


TESE DE MESTRADO EM ENGENHARIA MECÂNICA
LOPES
E APROVADA
PELA COMISSÃO JULGADORA EM 28 / 07 / 09

ORIENTADOR

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**O impacto da energia elétrica proveniente do
reformador de etanol e célula a combustível:
cenário para a promoção do desenvolvimento
socioambiental da comunidade “Pico do
Amor”/MT**

Autor: **Davi Gabriel Lopes**

Orientador: **Profª Dra Carla Kazue N. Cavaliero**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS**

**O impacto da energia elétrica proveniente do
reformador de etanol e célula a combustível:
cenário para a promoção do desenvolvimento
socioambiental da comunidade “Pico do
Amor”/MT**

Autor: **Davi Gabriel Lopes**

Orientador: **Prof^a. Dra. Carla Kazue Nakao Cavaliero**

Curso: Planejamento de Sistemas Energéticos.

Dissertação de mestrado acadêmico apresentada à Comissão de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Planejamento de Sistemas Energéticos.

Campinas, 2009
SP - Brasil

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

L881i Lopes, Davi Gabriel
 O impacto da energia elétrica proveniente do
 reformador de etanol e célula a combustível: cenário
 para a promoção do desenvolvimento socioambiental da
 comunidade “Pico do Amor”/MT / Davi Gabriel Lopes .
 --Campinas, SP: [s.n.], 2009.

 Orientador: Carla Kazue Nakao Cavaliero.
 Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de
 Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

 1. Comunidades. 2. Células a combustível. 3.
 Desenvolvimento econômico - Aspectos ambientais. 4.
 Desenvolvimento econômico - Aspectos sociais. 5.
 Álcool. I. Cavaliero, Carla Kazue Nakao. II.
 Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
 Engenharia Mecânica. III. Título.

Título em Inglês: The impact of power supplied by the ethanol reformer and fuel
 cell: a scenary for promotion of the social and environmental
 development of the community of “Pico do Amor”/MT

Palavras-chave em Inglês: Community, Full cells, Ecodevelopment, Economic
 development - social aspects, Ethanol

Área de concentração: --

Titulação: Mestre em Planejamento de Sistemas Energéticos

Banca examinadora: Otacílio Borges Canavarros, Sonia Regina da Cal Seixas

Data da defesa: 28/09/2009

Programa de Pós Graduação: Planejamento de Sistemas Energéticos

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**O impacto da energia elétrica proveniente do
reformador de etanol e célula a combustível:
cenário para a promoção do desenvolvimento
socioambiental da comunidade “Pico do
Amor”/MT**

Autor: **Davi Gabriel Lopes**

Orientador: **Profª. Dra. Carla Kazue N. Cavaliero**

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Dissertação:



Profª. Dra. Carla Kazue Nakao Cavaliero
DE/FEM/UNICAMP



Prof. Dr. Otacilio Borges Canavarros
NIEPE/UEMT



Profª. Dra. Sonia Regina da Cal Seixas
DE/FEM/UNICAMP

Campinas, 28 de julho de 2009

Dedicatória

Dedico esse trabalho aos meus pais Antonio Serra e Valéria Gabriel, e aos meus irmãos Daniel Gabriel e Antonio Filho.

Agradecimentos

À Prof^a. Dra. Carla Kazue Nakao Cavaliero pela orientação e confiança depositadas durante todos os anos de trabalho e pela dedicação em aproveitar minhas virtudes e lapidar meus pontos fracos, inclusive durante a realização desta dissertação.

Ao Prof. Dr Ennio Peres da Silva, pela co-orientação, mesmo que informal, pela paciência e dedicação em me mostrar o caminho para a melhor qualidade dessa dissertação.

Ao pessoal do Laboratório de Hidrogênio, Antônio, André Furlan, Cristiano, Fernando, Paulo, João Camargo.

Aos Professores Sebastião Sousa, Walda Viana, Cel. Adyr e a todos rondonistas da Universidade Federal do Ceará.

Aos companheiros e às companheiras de jornada: Fernanda Ferragut, André Teixeira, Juan Ayarza, José Manoel, Cinthia Rúbio, Viviane Romeiro, Laura Gunn, Mariana Guanabara, Isabel Guanabara, Geraldo Mesquita, Beatriz Guanabara, Filipe Nassau, Thiago Lessa, Dímitre Moita, Paulinho e família, família Gabriel, Alcides Melo, Jorge Janja, José leite Neto, Bárbara Duarte, Geórgia Duarte e Ivan, Ricardo Saunders e Sueli Duarte, Marcelo Vilela, Alex Silva, Natalia Kataoka, Pablo Siles,. Lucio Leonn, Ana Luiza, Agnaldo Martins, Elias Boutala, Gustavo Riveros.

Aos Funcionários da UNICAMP: Jonas Roberto, Marlene Gomes, Juliana Ribeiro, Carla Xavier (estagiária da CPG e aluna da Eng. de Alimentos), Maria e Cida (serventes).

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro.

Este trabalho não poderia ser realizado sem a ajuda dessas pessoas e instituições, às quais presto minhas sinceras homenagens.

“Il est terrible le petit bruit de l’oeuf dur cassé sur un comptoir d’étain il este terrible ce bruit quand il remue dans la memoire de l’homme qui faim. (É terrível o pequeno ruído do ovo cozido quebrado sobre o balcão de estanho, é terrível esse ruído quando repercute na memória do homem que tem fome) Jacques Prévert.

Resumo

LOPES, Davi Gabriel, *O impacto da energia elétrica proveniente do reformador de etanol e célula a combustível: cenário para a promoção do desenvolvimento socioambiental da comunidade “Pico do Amor”/MT*, Campinas,,: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2009. p 97. Dissertação (Mestrado)

O planejamento energético de comunidades isoladas tem tradicionalmente buscado atender apenas a demanda de energia elétrica residencial. No entanto, levando em consideração a baixa renda familiar, característica dessa população, acredita-se que a energia elétrica deveria ser direcionada para outro fim específico: a execução de atividades produtivas visando promover o desenvolvimento socioeconômico da comunidade. Alguns projetos de P&D têm buscado esse objetivo, como é o caso do projeto “Geração de Energia Elétrica a partir da Reforma de Etanol e Célula a Combustível no Sistema Isolado de Mato Grosso”, desenvolvido pela UNICAMP, UFMT e ELETRONORTE, no qual foi realizada a instalação de um sistema de geração composto de reformador de etanol-célula a combustível na comunidade “Pico do Amor”/MT. Assim, este trabalho tem como objetivo analisar o impacto do custo dessa energia elétrica na renda familiar considerando o desenvolvimento de duas atividades produtivas selecionadas pela própria comunidade: a produção e comercialização de farinha de mandioca e rapadura. Para tanto, foi analisada a demanda de energia da comunidade; estimados o custo da energia elétrica proveniente do sistema a ser implantado e a receita com a venda da farinha de mandioca e rapadura a serem produzidas com essa eletricidade; e realizada a análise de sensibilidade do preço do etanol no custo da energia elétrica, e da farinha de mandioca e da rapadura na receita familiar. Dentre os resultados estimados verificou-se que o custo com a energia elétrica tem um impacto de 16,4% na receita bruta familiar e que a renda líquida mensal fica em torno

de R\$ 260,85/família, indicando que a comunidade não apenas terá condições de pagar pela energia elétrica fornecida como também irá aumentar a sua renda. Além disso, a análise comparativa do custo da eletricidade proveniente do sistema de reforma de etanol/célula a combustível e de sistemas fotovoltaicos indicou que, considerando apenas os custos de manutenção e operação, o primeiro se mostrou mais atrativo que o segundo.

Palavras Chave

Comunidade isolada do Estado do Mato Grosso, Reformador de etanol, Célula a Combustível, Hidrogênio, Planejamento energético, Desenvolvimento socioeconômico.

Abstract

LOPES, Davi Gabriel, *The impact of power supplied by the ethanol reformer and fuel cell: a scenary for promotion of the social and environmental development of the community of “Pico do Amor”/MT*, Campinas,: Mechanical Engineering School, The State University of Campinas, 2008. 97p. Dissertation (Master’s Degree).

The energetical planning of isolated communities has been trying to attend only the residential electrical energy demand. However, taking into account the family financial low level, this population characteristic, it is believed that the electrical energy should be directed for other specific goals: the execution of productive activities to promote the social and economical development of these communities. Some of R&D projects have been trying to achieve this objective, like “Electrical Energy Generation From Ethanol and Fuel Cell Reformer in the Isolated System of Mato Grosso”, developed by UNICAMP, UFMT and ELETRONORTE, in which was done the installation of a generation system composed of an ethanol – fuel cell reformer in “Pico do Amor” community in Mato Grosso state. This work has the objective to analyze the impact of the cost of this electrical energy in the family income considering the development of two productive activities selected by the community itself: the production and marketing of cassava flour and “rapadura”, a typical brazilian candy. The community energy demand was analyzed to achieve the results; estimated the energy cost from the implemented system and the money from the selling of the cassava flour and “rapadura” produced with this electricity; the study of sensibility of the ethanol price in the electrical energy cost was done too, and the cassava flour and “rapadura” in the family funds. From the results, it was verified that the electrical energy cost has a 16,4% impact in the family gross income and a net value around R\$ 260,85/family, indicating that the community will have enough funds to pay for the energy and also will rise the amount of money for each family. Besides, the comparative

analyze of the cost of the electricity from the ethanol/fuel cell reformer and photovoltaic systems shows that, considering only the maintenance and operation costs, the first one should be more attractive than the second one.

Key Words

Isolated communities from state of Mato Grosso, Ethanol reformer, Fuel Cell, Hydrogen, energetic planning, Social and Economical Development.

Índice

Dedicatória	iv
Agradecimentos	v
Resumo	viii
Abstract	x
Lista de Figuras	xiv
Lista de Tabelas	xv
Capítulo 1 Introdução	16
1.1 Objetivos	20
1.2 Estrutura da dissertação.....	21
Capítulo 2 Revisão bibliográfica	23
2.1 Desenvolvimento e energia	23
2.2 O Insumo energia elétrica na melhoria da qualidade de vida	26
2.3 Comunidades Isoladas	28
2.4 Produção Agrícola no âmbito familiar	31
2.4.1. Programa de fortalecimento da agricultura Familiar – PRONAF	33
Capítulo 3 Metodologia	36
3.1 Análise dos dados do diagnóstico sócio-ambiental e energético da comunidade “Pico do Amor” antes do fornecimento de energia elétrica	37
3.2 Seleção e estudo das atividades agrícolas a serem desenvolvidas com a energia elétrica fornecida pelo projeto.....	38
3.3 Planejamento da operação das atividades econômicas a partir da oferta de energia elétrica com o sistema implantado	38
3.4 Análise econômica e de sensibilidade do impacto da energia elétrica na renda familiar	39
Capítulo 4 Promoção do desenvolvimento socioambiental da comunidade “Pico do Amor”	40
4.1 Caracterização geográfica, sócio-econômica e energética da comunidade “Pico do Amor”	41
4.2 Equipamentos sociais (educação e saúde).....	42
4.2.1. Educação	42
4.2.2. Saúde	42
4.3 Infra-estrutura.....	43
4.4 Atividade econômica.....	43
4.5 Situação energética.....	44
4.6 Propostas de atividades econômicas a serem desenvolvidas na comunidade	44

4.6.1.	Mandioca.....	46
4.6.1.1	Cotação de preços dos maquinários utilizado na casa de farinha	51
4.6.1.2	Produção e Receita Estimada	53
4.6.2.	Cana-de-açúcar.....	54
4.6.2.1	Cotação de preços dos maquinários utilizados na casa de engenho.....	57
4.6.2.2	Produção e Receita Estimada a partir da Rapadura.....	58
Capítulo 5	Planejamento da operação das atividades econômicas a partir da oferta de energia elétrica.....	61
5.1	Sistema de geração de energia elétrica com o reformador de etanol e célula a combustível	61
5.2	Demanda elétrica para comunidade “Pico do Amor”	63
5.2.1.	Demanda de energia elétrica	63
5.2.2.	Curva de Demanda com a Casa de Farinha.....	66
5.3	Curva de Demanda com a Casa de Engenho.....	67
5.4	Dimensionamento do Banco de Baterias	69
Capítulo 6	Análise econômica do custo da energia elétrica em “Pico do Amor”/MT	72
6.1	Estimativa do Consumo de Etanol	72
6.2	Estimativa do Custo da Energia Elétrica em “Pico do Amor”	74
6.3	Impacto do custo da energia elétrica na renda da comunidade	76
6.4	Análise de sensibilidade do sistema de Fotovoltaico Armazenado em banco de bateria chumbo-ácido	80
6.4.1	Impacto do custo da energia elétrica na renda da comunidade	82
Capítulo 7	Conclusões.....	84
Referências Bibliográficas	88
Anexo I	92

Lista de Figuras

Figura 3.1 Fluxograma esquemático da metodologia de pesquisa adotada	37
Figura 4.1 Localização do distrito de Nossa Senhora da Guia.....	41
Figura 4.2 PPB da farinha de mandioca.....	47
Figura 4.3 Recebimento das raízes.....	48
Figura 4.4 Descasque manual.....	48
Figura 4.5 Triturador/ralador.....	49
Figura 4.6 Prensa manual.....	49
Figura 4.7 Peneiramento manual.....	50
Figura 4.8 Exemplo de forno com misturador elétrico	51
Figura 4.9 Etapas da Produção de Rapadura.....	55
Figura 4.10 Concentração	56
Figura 4.11 Enformagem.....	57
Figura 4.12 Enformagem.....	57
Figura 5.1 Sistema completo de produção de energia elétrica a partir do reformador de etanol e célula a combustível.....	62
Figura 5.2 Sistema completo de produção de energia elétrica a partir da reforma de etanol e célula a combustível desenvolvido pelo LH2.....	62
Figura 5.3 Curva de demanda para a casa de farinha.....	67
Figura 5.4 Curva de demanda para a casa de engenho.....	68
Figura 5.5 Curvas de demanda da casa de farinha e casa de engenho	69
Figura 6.1 Composição do custo da energia elétrica gerada pela célula a combustível	74
Figura 6.2 Análise de sensibilidade da receita bruta por família e a variação de preço de mercado	78
Figura 6.3 Análise de sensibilidade do impacto do custo de energia elétrica na receita bruta por família.....	79
Figura 6.4 Análise de sensibilidade do custo com energia elétrica por família e a variação do custo com etanol e com o custo da operação e manutenção	80
Figura 6.5 Contribuição percentual de cada equipamento no investimento inicial (a) e no custo total (b), de acordo com o fluxo de caixa, do sistema fotovoltaico com armazenamento em baterias	81

Lista de Tabelas

Tabela 2-1 Beneficiários do PRONAF.....	34
Tabela 4-1 Descrição do Maquinário Elétrico – Cotação Número 1	52
Tabela 4-2 Descrição do Maquinário Elétrico – Cotação Número 2	52
Tabela 4-3 Descrição do Maquinário Elétrico – Cotação Número 3	53
Tabela 4-4 Estimativa de Produção de Mandioca e Farinha de Mandioca em “Pico do Amor” ...	54
Tabela 4-5 Receita Bruta de Farinha de Mandioca	54
Tabela 4-6 – Descrição do Maquinário Elétrico – Cotação Número 1	58
Tabela 4-7 – Descrição do Maquinário Elétrico – Cotação Número 2	58
Tabela 4-8 – Descrição do Maquinário Elétrico – Cotação Número 3	58
Tabela 4-9 Estimativa de Produção Anual de Cana de Açúcar e Rapadura em “Pico do Amor”..	59
Tabela 4-10 Receita Bruta da Rapadura.....	59
Tabela 4-11 - Receita bruta total das atividades agrícolas	60
Tabela 5-1 Iluminação pública.	64
Tabela 5-2 Equipamentos, potência e energia (C.F)	64
Tabela 5-3 Equipamentos, potência e energia (C.E).....	64
Tabela 5-4 Equipamentos, potência e energia (C.C.).....	65
Tabela 5-5 Equipamento, potência e energia (Bomba D’água)	65
Tabela 5-6 Demanda energética total em 1 mês	65
Tabela 5-7 Cálculo da quantidade de baterias necessárias para diferentes tipos de carga.....	71
Tabela 6-1 - Resumo dos parâmetros utilizados	73
Tabela 6-2 - Composição do custo da Energia Elétrica	75
Tabela 6-3 - Custo com energia elétrica por família	76
Tabela 6-4 - Receita líquida mensal por família	77
Tabela 6-5 Impacto do custo de energia na receita das famílias	77
Tabela 6-6 - Custo com energia elétrica por família.....	83
Tabela 6-7 - Receita líquida mensal por família	83
Tabela 6-8 - Impacto do custo de energia na receita das famílias.....	83

Capítulo 1

Introdução

O desenvolvimento da humanidade, ao longo do tempo, garantiu melhores índices de conforto e longevidade devido ao avanço, por exemplo, da agricultura, da medicina etc. A partir destes, a densidade populacional no planeta vem aumentando, a cada ano e com isso também se eleva a procura por mais recursos energéticos, causando impactos ambientais que, paradoxalmente, vem diminuindo a qualidade de vida.

Sendo assim, é crescente a discussão sobre como aproveitar melhor os recursos provenientes da natureza bem como formas de impactá-la minimamente, buscando o desenvolvimento sustentável ou pelos menos sustentabilidade de setores da economia.

Neste sentido, o setor energético, que faz parte estratégica e fundamental do crescimento econômico, vem aumentando os investimentos no uso de energias alternativas. Segundo Silva *et al.* (2003), esforços mundiais estão sendo feitos para que este tipo de energia seja introduzido nas matrizes energéticas, já que os efeitos ambientais negativos do uso da energia não renovável vêm atingindo escalas globais, como, por exemplo, os relacionados às mudanças climáticas.

Reflexo disso é que o uso de etanol como combustível para veículos leves no Brasil tem sido considerado não apenas como uma alternativa energética aos combustíveis fósseis, mas também uma alternativa ambiental importante para reduzir os impactos ambientais locais e globais.

Paralelamente a isto, a Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP vem pesquisando formas alternativas de geração de energia elétrica, como por exemplo, o processo de reforma de etanol para produção de hidrogênio e utilização em células a combustível. Do ponto de vista energético e tecnológico, segundo Silva (2007), com o uso de etanol como fonte de hidrogênio para gerar eletricidade pode-se chegar ao dobro de eficiência dos motores convencionais usados no mercado atualmente e com a vantagem de o produto final dessa geração ser a água, o que torna o processo menos poluente.

Apesar das vantagens comparativas, o uso de hidrogênio em células a combustível ainda apresenta um custo de geração relativamente elevado quando comparado às formas convencionais. A desvantagem econômica somente se reduz em casos específicos, como no atendimento de comunidades isoladas existentes no Brasil. Essas comunidades, normalmente compostas por poucas famílias, são atendidas com energia elétrica através de motores geradores de pequeno porte alimentados com óleo Diesel, cuja eficiência é menor quando comparado ao sistema com células a combustível. Além disso, normalmente o óleo Diesel é importado de outras regiões, muitas vezes extremamente distantes, o que eleva o custo do transporte e influencia no custo final da energia elétrica. Assim, o aproveitamento de uma fonte de energia produzida localmente pode trazer benefícios econômicos e contribuir para a sustentabilidade energética da comunidade. Caso a fonte de energia seja também renovável, benefícios ambientais relevantes também podem ser inseridos.

No entanto, ainda existem muitas comunidades isoladas no Brasil que não são atendidas com energia elétrica e a razão passa, principalmente, por outro aspecto econômico. Normalmente, as comunidades isoladas se encontram em regiões de difícil acesso, apresentam-se muito dispersas umas das outras e possuem demanda energética e renda familiar muito baixa, inviabilizando economicamente a adoção de soluções tradicionais de atendimento de energia elétrica, como as extensões de redes de distribuição (TEIXEIRA *et al.*, 2008)

Então, tão importante quanto viabilizar o fornecimento de energia elétrica, é buscar o desenvolvimento sócio-econômico das comunidades isoladas. Neste sentido vale salientar a importância de desenvolver atividades econômicas que utilizam a energia para promover o crescimento econômico das comunidades isoladas, principalmente, no que tange ao beneficiamento

de produtos provenientes da agricultura, principal atividade de muitas das comunidades isoladas, que muitas vezes necessita de energia, seja para a conservação, seja na fabricação de subprodutos.

Visando beneficiar com energia elétrica a parcela da população, principalmente a concentrada na zona rural, excluída do acesso a esse serviço, o Governo Federal lançou o Programa Luz para Todos, criado pelo Decreto nº 4.873, de 11 de novembro de 2003. O atendimento dessa demanda foi previsto através da implementação de três alternativas: i) extensão de rede; ii) sistemas de geração descentralizados com redes isoladas ou iii) sistemas individuais. O Programa é coordenado pelo Ministério de Minas e Energia - MME e pelas Centrais Elétricas do Brasil S.A. - ELETROBRÁS e desenvolvido em parceria com as concessionárias de distribuição de energia elétrica (MME, 2008).

O enfoque do Programa está no aumento do número de brasileiros com acesso à energia elétrica, especialmente no setor residencial, e, de forma institucional, prega também a necessidade de utilizar essa energia para o desenvolvimento das comunidades. No entanto, o que se vê na prática é algo bem diferente do preconizado. Segundo alguns pesquisadores, dentre eles Teixeira (2006), o Programa não proporciona uma concreta vinculação entre energia e desenvolvimento, havendo a expectativa de que apenas fornecendo eletricidade haverá naturalmente uma melhoria da qualidade de vida da população beneficiada com o Programa, o que do ponto de vista sociológico é altamente discutível. Além disso, a baixa renda dessas comunidades faz com que o Programa gere altos índices de inadimplência nas concessionárias de energia elétrica, já que a energia fornecida torna-se um custo a mais.

Tudo isso confirma que o planejamento energético para comunidades isoladas deveria ser realizado para garantir o seu desenvolvimento socioeconômico, o que em primeira instância está associado à execução de atividades econômicas produtivas. Esse planejamento deveria levar em consideração todas as alternativas tecnológicas para promover um fornecimento de energia elétrica de forma contínua e com qualidade. Assim, espera-se tornar essas comunidades capazes de pagar os custos efetivos desse atendimento, promover a sustentabilidade ambiental e desonerar a sociedade como um todo.

Nesse último ponto, vale ressaltar que, atualmente, o suprimento destas comunidades em suas necessidades energéticas é garantido, em grande parte, por todos os consumidores do Sistema Interligado Nacional – SIN, através da Conta de Consumo de Combustíveis – CCC, criada para subsidiar o custo da geração térmica, relativamente mais elevado quando comparado com a geração hidráulica.

Assim o atual modelo de planejamento energético se mostra limitado para atender comunidades isoladas ao priorizar apenas o suprimento de energia elétrica e não levar em consideração características energéticas (baixa demanda), sociais (condições de infra-estrutura precária), econômicas (baixa renda) e ambientais (interesse nacional e internacional pela preservação) que são distintas das grandes cidades e capitais.

Como grande parte das comunidades isoladas no Brasil encontra-se na região Amazônica, o aproveitamento de fontes alternativas de energia locais apresenta-se como uma maneira racional de utilizar recursos naturais próprios. Além de melhorar a distorção associada à distribuição de bens e serviços na região, essa iniciativa ainda poderá levar a essas comunidades outros benefícios diretos e básicos como água potável, conservação de alimentos (trazendo uma maior segurança alimentar e nutricional), melhoria do nível de saúde (armazenamento de remédios e vacinas), possibilidade de comunicação e principalmente, cidadania.

Dentro de todo esse contexto, encontra-se o caso da comunidade “Pico do Amor”¹, localizada no município de Cuiabá/MT. Até 2005, a comunidade não era atendida com energia elétrica e através do projeto de pesquisa “Geração de Energia Elétrica a partir da Reforma de Etanol e Célula a Combustível no Sistema Isolado de Mato Grosso”, desenvolvido pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, pela Universidade Federal do Mato Grosso – UFMT e pelas Centrais Elétricas do Norte do Brasil – ELETRONORTE foi projetada a instalação de um sistema composto de reformador de etanol-célula a combustível.

¹ O nome oficial da comunidade estudada nesta dissertação é Pico sendo conhecida pela população local como Pico do Amor.

Apesar do objetivo do projeto ser o de promover o atendimento energético demonstrativo em áreas comunitárias de uma localidade isolada a partir da tecnologia de células a combustível utilizando um sistema de reforma de etanol e purificação de hidrogênio, ou seja, envolver o aspecto tecnológico, o projeto inclui também o aspecto socioambiental ao buscar promover o desenvolvimento sustentável da comunidade, ainda que em estágio inicial (CAVALIERO *et al.*, 2008)². Para atender esse aspecto, foram firmadas parcerias com outras entidades e instituições, a saber: a Secretaria de Indústria, Comércio, Minas e Energia de Mato Grosso (SICME), o Sistema da Federação das Indústrias no Estado do Mato Grosso (sistema FIEMT), o Sindicato das Indústrias Sucroalcooleiras do Estado do Mato Grosso (SINDALCOOL/MT), a Prefeitura Municipal de Cuiabá e a Centrais Elétricas Mato-grossenses (CEMAT), além de outros colaboradores. Dessa parceria foi possível obter benefícios indiretos, tais como a perfuração de um poço artesiano, bombeamento de água, construção do Centro Comunitário, regularização fundiária, e a rede de iluminação pública, entre outros.

Assim, a utilização de uma fonte renovável de energia para o abastecimento de eletricidade em “Pico do Amor” irá auxiliar no desenvolvimento das atividades produtivas selecionadas pela própria comunidade, que no caso são a produção e comercialização de farinha de mandioca e de rapadura (CAVALIERO *et.al.*, 2008). Com isso, espera-se aumentar a renda da população local com a produção e comercialização de produtos finais na capital Cuiabá e com o estímulo ao mercado local, como será estimado ao longo da dissertação. Tudo isso para que a comunidade possa, no médio prazo, pagar os custos reais da energia elétrica gerada.

1.1 Objetivos

Esta dissertação tem como objetivo analisar o impacto da energia elétrica, fornecida por um sistema de reforma de etanol/purificação de hidrogênio/célula a combustível, na renda familiar da Comunidade “Pico do Amor”/MT levando em consideração o desenvolvimento de atividades econômicas produtivas.

² Vale salientar que a presente dissertação utiliza os dados gerados nos relatórios do projeto (CAVALIERO *et al.*, 2008).

Os itens seguintes constituem objetivos específicos deste trabalho:

1. Analisar o diagnóstico socioambiental da comunidade realizado no projeto: “Geração de Energia Elétrica a partir da Reforma de Etanol e Célula a Combustível no Sistema Isolado de Mato Grosso”;
2. Realizar um estudo econômico da produção agrícola de mandioca e de cana-de-açúcar, a partir dos dados obtidos nos relatórios do projeto, bem como de seu beneficiamento para produzir farinha de mandioca e rapadura e da comercialização desses produtos em Cuiabá/MT
3. Planejar o uso da energia proveniente do reformador de etanol e célula a combustível nas atividades econômicas escolhidas pela comunidade;
4. Estimar o custo da energia elétrica gerada a partir do reformador de etanol/célula a combustível para a comunidade e a receita com a comercialização da farinha de mandioca e da rapadura;
5. Comparar o custo dessa energia com a proveniente de sistemas fotovoltaicos, também usados para o atendimento de comunidades isoladas.

1.2 Estrutura da dissertação

Para atingir os objetivos, a dissertação foi dividida em sete capítulos. No Capítulo 2 foi realizada uma revisão bibliográfica que engloba os três temas básicos da dissertação: o desenvolvimento sustentável, o planejamento energético de comunidades isoladas e a produção agrícola familiar. Foram apresentadas as características de comunidades isoladas, discutiu-se também o papel da energia no desenvolvimento econômico destas, bem como o insumo energia na qualidade de vida. E em seguida foi descrito a importância da agricultura no âmbito nacional e em comunidades isoladas.

No Capítulo 3 foi apresentada a metodologia de pesquisa adotada neste trabalho, utilizando como estudo de caso a Comunidade “Pico do Amor”/MT.

Seguindo a ordem, o Capítulo 4 se baseou no diagnóstico socioambiental da comunidade, realizado no âmbito do projeto de pesquisa “Geração de Energia Elétrica a partir da Reforma de

Etanol e Célula a Combustível no Sistema Isolado de Mato Grosso”, para dar prosseguimento às etapas de promoção das atividades econômicas a partir da energia elétrica fornecida. Assim, foi realizado o estudo das culturas que a comunidade pretende desenvolver economicamente e do processo de produção de farinha de mandioca e rapadura; e o levantamento dos equipamentos elétricos necessários. Ao final deste capítulo foi avaliado o preço de mercado da rapadura e da farinha de mandioca e estimada a receita anual da comunidade com a comercialização dos produtos em Cuiabá.

O Capítulo 5 apresentou o planejamento da operação da casa de farinha e casa de engenho de acordo com a potência disponível do sistema de reforma de etanol/célula a combustível, bem como se estimou a quantidade de baterias necessárias para atender a demanda energética das atividades.

Diante da estimativa de consumo de energia elétrica, partiu-se para o cálculo do custo da energia elétrica gerada pelo sistema a ser instalado, levando-se em consideração basicamente o custo do etanol, uma vez que os investimentos iniciais foram viabilizados pelo projeto de pesquisa desenvolvido. Em seguida, avaliou-se o impacto desse custo na receita anual da comunidade, estimada com a comercialização dos produtos, e foi apresentado uma análise comparativa com o custo da energia elétrica fotovoltaica, utilizando as mesmas premissas e características de demanda energética. Todos esses resultados podem ser vistos no Capítulo 6, que ainda apresentou a análise de sensibilidade do custo da eletricidade com a variação do preço do etanol e do banco de baterias, bem como a sensibilidade da renda familiar com a variação dos preços da farinha de mandioca e rapadura.

Por fim, no Capítulo 7 apresentam-se as conclusões dessa dissertação e as sugestões para trabalhos futuros.

Capítulo 2

Revisão bibliográfica

Neste capítulo discute-se o conceito de desenvolvimento e energia e o papel deste no crescimento econômico de comunidades isoladas. Para isto é também analisada a importância da energia em populações que vivem no meio rural de forma isolada, a influência na qualidade de vida e a produção agrícola no âmbito familiar.

2.1 Desenvolvimento e energia

No processo de desenvolvimento, a energia e o aproveitamento dos recursos naturais estão articulados. A industrialização, a expansão da agricultura, dos meios de transporte e comunicação não seria possível sem energia. Contudo, a expansão da capacidade instalada e do consumo de eletricidade de modo desordenado tem implicado em maiores agressões e degradação ao meio (CAVALVANTE & CARTAXO, 2008).

Segundo Silva (2003) de uma forma ou de outra, todas as atividades humanas sobre a terra provocam alterações no meio ambiente. Muitos destes impactos são provenientes da geração, manuseio e uso da energia. Como a energia é fundamental para o crescimento econômico, fica evidente que crescer economicamente está associado à devastação natural e hoje, como se sabe, com conseqüências globais. O principal exemplo da atualidade são as mudanças climáticas associadas ao aumento da concentração de gases do efeito estufa, especialmente do dióxido de carbono emitido pelo uso intensivo de fontes não renováveis. Esse fato tem motivado a procura pelo uso de fontes renováveis na produção de energia em vários países.

Assim, todas as atividades econômicas transformam o meio ambiente e o ambiente alterado poderá se constituir, em algum momento, numa restrição externa para o desenvolvimento econômico. Por isso, o conceito de desenvolvimento aplicado desde a Revolução Industrial até meados da década de 70 do século passado, no qual o nível de poluição determinava o grau de desenvolvimento, não pode ser mais utilizado hoje. De fato, o que se deve pensar em se tratando de desenvolvimento econômico é a regulação do “metabolismo”, ou seja da troca material entre natureza, individuo e sociedade (ALTVATER, 1995).

Dessa forma, a sustentabilidade no suprimento de energia é um dos desafios que se coloca para o futuro da humanidade, especialmente levando-se em conta que há, aproximadamente, 1,6 bilhões de pessoas no mundo que ainda não tem acesso à energia elétrica ou outras formas de energia comercial (GOLDEMBERG, 1998).

Igualmente importante é o gerenciamento do lado da demanda de energia. Dentre a população que é atendida com energia, cerca de 20% é responsável por somente 5% do total de energia consumida no mundo. Isso evidencia que há grandes disparidades no nível de consumo, não só entre diferentes países, mas, também, entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento (SILVA, 2003). Segundo Goldemberg (1998) quando se trata de consumo de energia entre classes sociais do mesmo país, esse consumo também se difere e em países em desenvolvimento as elites tentam imitar o padrão de consumo dos países desenvolvidos. Já a população mais pobre preocupa-se em obter energia suficiente para cocção e outras atividades essenciais, além também de a energia está vinculada com melhores empregos alimentação, saúde, moradia.

Esse elevado consumo energético ficou evidente após a Segunda Guerra Mundial e até 1973, quando muitos países promoveram o seu crescimento econômico impulsionados principalmente pelo baixo preço do petróleo no mercado mundial. No entanto, segundo Brüseke (1996), o despertar da consciência ecológica no mundo ocorreu somente em meados da década de 60 com a revolução ambiental dos Estados Unidos. Seu ápice se deu em abril de 1970, com o Dia da Terra, a maior manifestação ambientalista da história. Os anos seguintes foram marcados por importantes fatos, como a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, em Estocolmo, em 1972, quando

pela primeira vez essa organização revelou em âmbito mundial a preocupação com o meio ambiente (FERREIRA, 2007); e o Relatório Meadows, sobre os “Limites do Crescimento”.

A década de 1980 também foi marcada por importantes acontecimentos envolvendo os temas desenvolvimento e meio ambiente devido aos acidentes de Bhopal e de Chernobyl. O acidente de Bhopal, em 1984, foi causado pelo vazamento de defensivos agrícolas da empresa Union Carbide Corporation, promovendo milhares de mortes e feridos. As conseqüências desse acidente são sentidas até os dias de hoje pela população local (FERREIRA, 2007). Já o acidente de Chernobyl ocorrido em 1986 na Ucrânia, foi causado pela explosão do reator nuclear numero 4, liberando uma nuvem radioativa que atingiu três quartos da Europa. Segundo a Organização Mundial da Saúde – OMS os efeitos também são sentidos até hoje pela população local e países vizinhos como a Bielorrússia e Rússia (FERREIRA, 2007).

Assim, a forma pontual e isolada como eram tratados os problemas ambientais passou a ter uma dimensão muito mais ampla, relacionando-se, inclusive, às questões político-econômicas mundiais. Com isso, iniciou-se a tentativa de conciliação entre o desenvolvimento e o meio ambiente através de algumas propostas de eco-desenvolvimento e, posteriormente, o desenvolvimento sustentável.

O Nosso Futuro Comum, conhecido como Relatório Brundtland, foi elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – CMMD em 1987 e fez parte de uma série de iniciativas, anteriores à Agenda 21, as quais reafirmavam uma visão crítica do modelo de desenvolvimento adotado pelos países desenvolvidos e reproduzido pelas nações em desenvolvimento, e ressaltavam os riscos do uso excessivo dos recursos naturais sem considerar a capacidade de suporte dos ecossistemas. O relatório apontou para a incompatibilidade entre desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e consumo vigentes (CMMD, 1987).

Após o Relatório Brundtland, a discussão sobre o meio ambiente progrediu e culminou com a Agenda 21, um dos principais resultados da conferência Eco-92, ocorrida no Rio de Janeiro, Brasil, em 1992. Esse documento estabeleceu a importância de cada país em se comprometer a refletir, global e localmente, sobre a forma pela qual governos, empresas, organizações não-governamentais

e todos os setores da sociedade poderiam cooperar no estudo de soluções para os problemas socioambientais.

Realizada no Rio de Janeiro, a ECO-92 proporcionou a intensificação dos debates acerca das questões ambientais nos sistemas produtivos. Apesar de não ter correspondido às expectativas da sociedade mundial, esta conferência teve como mérito a incorporação no discurso oficial da maioria dos governos do mundo da necessidade de interligação entre desenvolvimento econômico e transformações ambientais, durante décadas ignorada. Isto mostrou o crescimento da consciência sobre os perigos que o modelo atual de desenvolvimento econômico pode trazer ao meio ambiente e ao homem. Como resultado, foram assinados importantes acordos como a Convenção das Nações Unidas sobre Mudança Climática, a Declaração do Rio, a Agenda 21 e a Convenção sobre a Biodiversidade (LEROY *et al.*, 1997)

As ações prioritárias da Agenda 21 brasileira são os programas de inclusão social (com o acesso de toda a população à educação, saúde e distribuição de renda), a sustentabilidade urbana e rural, a preservação dos recursos naturais e minerais e a ética política para o planejamento rumo ao desenvolvimento sustentável. No caso da energia, a Agenda 21 brasileira elenca algumas ações e recomendações, dentre as quais a necessidade de priorizar o uso de fontes alternativas renováveis, notadamente no meio rural e nas localidades urbanas isoladas, promovendo a universalização do acesso ao uso de energia elétrica (MMA, 2004).

Assim, recomenda-se que as localidades rurais, como as localidades isoladas das regiões Norte e Nordeste, sem acesso à energia elétrica, sejam supridas seguindo moldes sustentáveis, ou seja, com o aproveitamento energético local e prioritariamente, proveniente de fontes renováveis e alternativas, suprimento esse muito diferente do que de fato é realizado.

2.2 O Insumo energia elétrica na melhoria da qualidade de vida

O crescimento econômico não foi suficiente para reduzir, historicamente, as desigualdades sociais no Brasil. Frente a isso, faz-se necessário a adoção de políticas públicas na redução dessas desigualdades, tanto diretamente quanto indiretamente. Um dos mecanismos de combate à pobreza refere-se à expansão da capacidade de geração de renda dos pobres, aumentando a sua produtividade, possibilitando um maior acesso ao crédito à terra, máquinas e equipamentos, energia elétrica etc.

Outro mecanismo tradicionalmente utilizado refere-se às políticas compensatórias com base em transferências diretas que aliviam a pobreza, como é o caso da Bolsa Família. Entretanto, esse mecanismo não transforma a capacidade de geração de renda da população pobre. Políticas de fomento estrutural, como programas de universalização do acesso à energia elétrica, são idealmente melhores quando comparadas aos programas compensatórios (PEREIRA *et al.*, 2008).

Entretanto, dadas as condições de extrema desigualdade do país, faz-se necessário a introdução conjunta de tais políticas considerando um prazo determinado. Esforços públicos no sentido da promoção da eletrificação rural têm sido legitimados, em especial, decorrente das externalidades sociais positivas (PEREIRA *et al.*, 2008).

A literatura referente à eletrificação rural indica que, dentre as externalidades positivas, pode-se afirmar que a execução de programas de eletrificação rural trará benefícios imediatos às atividades rurais do país, destacando-se: melhoria da qualidade de vida do homem do campo; redução dos custos energéticos; maior tempo de lazer; cidadania; redução da vulnerabilidade social; integração social; redução da emissão de poluentes; fixação do homem no campo; aumento da produção, da produtividade agrícola e a melhoria de qualidade dos produtos agroindustriais; melhoria do nível de emprego; aumento do mercado de consumo para “novos” produtos e serviços no meio rural; aumento da arrecadação de impostos; ampliação do mercado consumidor de energia elétrica; entre outros (PEREIRA *et al.*, 2008).

Cabe observar que os pontos acima descritos possuem impactos diferenciados de acordo com as condições e características socioeconômicas encontradas na região. Além da importância da eletrificação é igualmente necessário que os pequenos agricultores tenham acesso ao crédito, como é o caso do Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF, comentado posteriormente; apoio técnico; associativismo; logística disponível; acesso ao mercado consumidor etc.

Considerando a alta correlação entre pobreza e a falta do acesso à energia elétrica, assim como a persistência da pobreza nos países em desenvolvimento e os crescentes programas de

erradicação da pobreza, tanto no seu aspecto redistributivo quanto estruturante, é determinante a avaliação de programas, projetos e/ou planos de eletrificação sob uma ótica distinta da atualmente usada, seja pela escassez de recursos públicos que exigem uma racionalidade dos gastos ou pela enorme proporção do universo populacional a ser coberto (PEREIRA *et al.*, 2008). É justamente dentro desse contexto que deveria se inserir o planejamento energético de comunidades isoladas no Brasil.

2.3 Comunidades Isoladas

Do ponto de vista do setor elétrico, as comunidades isoladas se referem às comunidades que se encontram no Sistema Isolado e são assim denominadas por se localizarem distante dos grandes centros de carga e por não se encontrarem interligadas ao Sistema Elétrico Nacional.

Geralmente, a baixa demanda de energia elétrica verificada nestas comunidades é decorrente do relativo pequeno contingente populacional e de sua baixa renda familiar. Essas características fazem com que o atendimento energético das comunidades do Sistema Isolado seja realizado de forma descentralizada, com gerações instaladas próximas às cargas para evitar a construção de linhas de transmissão que são inviáveis economicamente devido às grandes distâncias (FREITAS *et al.*, 1996).

Assim, tradicionalmente as comunidades isoladas são atendidas em suas necessidades energéticas através de motores geradores a óleo Diesel, com potência variando desde dezenas de quilowatts até 10 MW. Além disso, o que se verifica na maioria dos casos é uma má qualidade do serviço de energia elétrica, normalmente causada pelo funcionamento dos motores sob condições de baixa carga e também pela idade avançada de muitos dos utilizados (CAVALIERO & SILVA, 2000). Tudo isto provoca um aumento nos custos de operação e manutenção que, juntamente com o custo de transporte do óleo Diesel às comunidades, acaba elevando o custo total de geração dos Sistemas Isolados (CAVALIERO & SILVA, 2003).

Somado ao aspecto energético, existe também o aspecto ambiental que não pode ser ignorado. A maior parte dos Sistemas Isolados encontra-se na Região Amazônica brasileira, com peculiaridades ambientais que a distingue de outras áreas de atuação do setor elétrico nacional. Além

disso, essa região vem passando por um contínuo processo de degradação do meio ambiente, preocupando comunidades científicas nacionais e internacionais. Isto mostra a urgência na alteração do modelo de desenvolvimento adotado, inclusive no que diz respeito ao suprimento energético. Levando em conta os impactos ambientais do uso de combustíveis fósseis e a busca pela redução das emissões de CO₂, o uso de fontes renováveis alternativas na geração de energia elétrica configura-se como uma excelente opção para se alcançar o desenvolvimento sustentável da região (CAVALIERO, 2003), exatamente como recomendado na Agenda 21 brasileira, já mencionada.

Nesse sentido, vale ressaltar a abundância local de biomassa (resíduos da floresta e da agricultura, cascas e sementes de frutos) que não pode ser desconsiderada como fonte de combustível para produção de energia elétrica, em comparação com outras fontes renováveis ou com o óleo Diesel importado. A utilização da biomassa como combustível para geração de energia elétrica de forma distribuída pode ser uma das soluções mais adequadas às características da Amazônia legal (ALMEIDA *et al.*, 2004).

Considerando o aspecto social das comunidades isoladas, o seu baixo poder aquisitivo se contrapõe ao alto custo do suprimento de energia elétrica nestas regiões, conforme comentado. Em muitas comunidades, a atividade predominante das localidades é a pesca ou atividades agrícolas, ou seja, atividades sazonais e cujo produto possui um baixo valor agregado. Portanto, não se pode imaginar repassar os custos reais de tarifa de uma energia elétrica que, além de tudo, é fornecida de forma descontínua e sem qualidade, para famílias cuja renda familiar é muito baixa (CAVALIERO, 2001).

Em se considerando a necessidade do uso de fontes renováveis alternativas para o atendimento energético sustentável, cujos custos também são elevados, conclui-se que dificilmente se poderia reduzir o custo de geração nestes sistemas no curto ou médio prazo. Entretanto, a maior disponibilidade energética e o uso da biomassa local, por exemplo, possibilitariam o surgimento e o incremento de novas atividades econômicas, conduzindo ao aumento do poder aquisitivo e melhoria das condições de vida das comunidades. Além disto, iria refletir também na qualidade de vida das capitais, com a redução do êxodo da população do interior. Assim, fica evidente que a geração de energia elétrica nestas regiões, seja a partir de fontes convencionais ou de fontes renováveis

alternativas, precisa ser realizado com o objetivo específico de promover o desenvolvimento de alguma atividade produtiva, de forma a garantir também benefícios econômicos à comunidade (CAVALIERO, 2001). Como consequência, no longo prazo os subsídios existentes para o suprimento dos Sistemas Isolados poderiam ser gradativamente reduzidos, deixando de onerar os demais consumidores do país.

Ao mesmo tempo, apesar de não ser possível repassar os reais custos de geração para as comunidades, acredita-se que o fornecimento de energia elétrica não deva ser feito gratuitamente. O sentimento de algo fornecido sem ônus faz com que não se dê tanto valor ao benefício obtido, refletindo paulatinamente no seu desinteresse pela manutenção dos equipamentos. Assim, é fundamental estimar um valor com a própria comunidade, como por exemplo, o custo médio de cada família com a compra de querosene, velas, pilhas e recargas de baterias, a ser utilizado como referência para um valor a ser inicialmente cobrado. Posteriormente, com o incentivo ao desenvolvimento econômico da comunidade, este valor poderia ser gradualmente aumentado e o dinheiro arrecadado poderia ser usado nas futuras trocas de baterias ou em outras manutenções mais específicas.

Dentro desse contexto, críticas também são feitas ao Programa Luz para Todos, do Governo Federal, lançado em todo o Brasil na tentativa de amenizar as desigualdades energéticas e sociais entre as regiões do país e dentro destas (MME, 2008). Apesar de teoricamente o Programa buscar atrelar a energia elétrica ao desenvolvimento socioambiental das comunidades a serem atendidas, de fato o que se verifica é que muito pouco foi efetivamente realizado nesse sentido e muito pouco também foi feito para estimular o aproveitamento energético local, renovável ou não. Como resultado, grande parte das comunidades isoladas foi atendida através da extensão da rede de distribuição e outra grande parte nem chegou a ser efetivamente suprida com energia elétrica.

Tudo isso mostra como é fundamental que o atendimento das comunidades isoladas seja analisado de forma diferenciada do que vem sendo feito, dando ênfase e prioridade às questões sociais, econômicas e ambientais da própria comunidade quando do seu planejamento energético. É dentro desse contexto que se insere o estímulo à produção agrícola familiar.

2.4 Produção Agrícola no âmbito familiar

O conceito de agricultura familiar é relativamente recente no Brasil, tendo cerca de dez anos. Antes disso, falava-se em pequena produção, pequeno agricultor e, um pouco antes, ainda se utilizava o termo camponês. Em linhas gerais, os empreendimentos familiares têm duas características principais: são administrados pela própria família e neles a família trabalha diretamente com ou sem o auxílio de terceiros. Vale salientar ainda que a gestão e o trabalho são predominantemente familiar. Assim, pode-se dizer também que um estabelecimento familiar é, ao mesmo tempo, uma unidade de produção e de consumo, uma unidade de produção e de reprodução social (DENARDI, 2000).

Portanto, produção familiar é aquela em que a família ao mesmo tempo detém a posse dos meios de produção e realiza o trabalho na unidade produtiva, podendo produzir tanto para sua subsistência como para o mercado (ALTAFIN, 2007).

A chamada agricultura familiar constituída por pequenos e médios produtores representa a imensa maioria de produtores rurais no Brasil. São cerca de 4,5 milhões de estabelecimentos, dos quais 50% no Nordeste. O segmento detém 20% das terras e responde por 30% da produção global. Em alguns produtos básicos da dieta do brasileiro como o feijão, arroz, milho, hortaliças, mandioca e pequenos animais, o segmento chega a ser responsável por 60% da produção. Em geral, são agricultores com baixo nível de escolaridade e diversificam os produtos cultivados para diluir custos, aumentar a renda e aproveitar as oportunidades de oferta ambiental e disponibilidade de mão-de-obra (PORTUGAL, 2004).

Este segmento tem um papel crucial na economia das pequenas cidades - 4.928 municípios têm menos de 50 mil habitantes e destes, mais de quatro mil têm menos de 20 mil habitantes. Estes produtores e seus familiares são responsáveis por inúmeros empregos no comércio e nos serviços prestados nessas pequenas cidades. A melhoria de renda deste segmento por meio de sua maior inserção no mercado tem impacto importante no interior do país e, por consequência, nas grandes metrópoles.

Analizando as variáveis tecnológicas e político-institucionais há dois fatores fundamentais para o desenvolvimento da agricultura familiar, a saber a massificação de informação organizada e adequada usando os modernos meios de comunicação de massa (TV, rádio e internet); e a melhoria da capacidade organizacional dos produtores com o objetivo de ganhar escala, buscar nichos de mercado, agregar valor à produção e encontrar novas alternativas para o uso da terra (PORTUGAL, 2004).

O desafio é maior se for considerada a diversidade de situações. Quando se analisa o cenário em que se insere a agricultura familiar observa-se que os problemas são diferentes para cada região, estado ou município. No Norte, há dificuldades de comercialização pela distância dos mercados consumidores e esgotamento da terra nas áreas de produção. No Nordeste, são minifúndios inviáveis economicamente. No Sudeste, é a exigência em qualidade dos produtos por parte dos consumidores. No Sul, é a concorrência externa de produtos do Mercosul (PORTUGAL, 2004).

Trabalhos acadêmicos das mais variadas origens mostram, de forma definitiva, as enormes vantagens da agricultura familiar comparativamente às grandes propriedades rurais. As unidades familiares, a par de atenderem melhor aos interesses sociais do País, asseguram melhor a preservação ambiental e são economicamente viáveis (FAO/INCRA, 2000).

No entanto, nos últimos dez anos o atual modelo agrário brasileiro não tem contribuído para fixar o homem no campo já que cerca de 1,5 milhão de pessoas deixaram as atividades agropecuárias. De acordo com IBGE (2006), 16 milhões de pessoas estavam então ocupadas nos estabelecimentos agropecuários. As pequenas propriedades rurais empregavam 87% do total de postos de trabalho no campo, enquanto as grandes ficavam com apenas 2,5%.

A análise regional mostra a importância da agricultura familiar nas regiões Norte e Sul, nas quais mais de 50% do Valor Bruto de Produção - VBP foi produzido nos estabelecimentos familiares em 1996. Na região Norte, os agricultores familiares representavam 85,4% dos estabelecimentos, ocuparam 37,5% da área e produziram 58,3% do VBP da região, recebendo 38,6% dos financiamentos. A região Sul era a mais forte em termos de agricultura familiar, representada por 90,5% de todos os estabelecimentos da região, ou 907.635 agricultores familiares, ocupando 43,8%

da área e produzindo 57,1% do VBP regional. Nesta região, os agricultores familiares ficaram com 43,3% dos financiamentos aplicados. O Centro-Oeste apresentou o menor percentual de agricultores familiares entre as regiões brasileiras, representando 66,8% dos estabelecimentos da região e ocupando apenas 12,6% da área regional e 12,7% dos financiamentos (FAO/INCRA, 2000).

A região Nordeste foi a que apresentou o maior número de agricultores familiares, representados por 2.055.157 estabelecimentos (88,3%), os quais ocuparam 43,5% da área regional, produziram 43% de todo o VBP da região e ficaram com apenas 26,8% do valor dos financiamentos agrícolas da região em 1996. Os agricultores familiares da região Sudeste apresentaram uma grande desproporção entre o percentual de financiamento recebido e a área dos estabelecimentos. Esses agricultores possuíam 29,2% da área e somente receberam 12,6% do crédito rural aplicado na região. O financiamento destinado à agricultura foi desproporcional entre os agricultores familiares e patronais, sendo que em todas as regiões a participação dos estabelecimentos familiares no crédito rural foi inferior ao percentual do VBP de que eles eram responsáveis (FAO/INCRA, 2000).

O que se observa é a importância de linha de crédito somente para pequenos agricultores, de forma diferenciada para as grandes empresas de produção agrícola. Sendo assim, o governo federal criou o Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF.

2.4.1. Programa de fortalecimento da agricultura Familiar – PRONAF

O PRONAF é um programa do Governo Federal criado em 1995, com o intuito de atender de forma diferenciada os mini e pequenos produtores rurais que desenvolvem suas atividades mediante emprego direto de sua força de trabalho e de sua família. Tem como objetivo o fortalecimento das atividades desenvolvidas pelo produtor familiar, de forma a integrá-lo à cadeia de agronegócios, proporcionando-lhe aumento de renda e agregando valor ao produto e à propriedade, mediante a modernização do sistema produtivo, valorização do produtor rural e a profissionalização dos produtores familiares.

Para obter tal financiamento, os produtores precisam explorar a terra na condição de proprietário, posseiro, arrendatário, parceiro ou concessionário do Programa Nacional de Reforma Agrária, residir na propriedade ou em local próximo, ter o trabalho familiar como base da exploração

do estabelecimento e apresentar renda bruta anual conforme classificação específica vista na Tabela 2.1³.

Tabela 2-1 Beneficiários do PRONAF

Grupos	Características
A	Agricultores familiares assentados pelo Programa Nacional de Reforma Agrária que não foram contemplados com operação de investimento sob a égide do PROCERA ou com crédito de investimento para estruturação no âmbito do PRONAF; e beneficiados por programas de crédito fundiário do Governo Federal.
A/C	Agricultores familiares egressos do Grupo A, que se enquadrem nas condições do Grupo C e que se habilitem ao primeiro crédito de custeio isolado.
B	Agricultores familiares, inclusive remanescentes de quilombos, trabalhadores rurais e indígenas que obtêm renda bruta anual de até R\$ 2.000,00, excluídos os proventos vinculados a benefícios previdenciários decorrentes das atividades rurais.
C	Agricultores familiares e trabalhadores rurais, inclusive os egressos do PROCERA e/ou Grupo A, que obtêm renda bruta anual familiar acima de R\$ 2.000,00 e até R\$ 14.000,00, excluídos os proventos vinculados a benefícios previdenciários decorrentes das atividades rurais.
D	Agricultores familiares e trabalhadores rurais, inclusive os egressos do PROCERA e/ou Grupo A, que obtêm renda bruta anual familiar acima de R\$ 14.000,00 e até R\$ 40.000,00, excluídos os proventos vinculados a benefícios previdenciários decorrentes das atividades rurais.
E	Agricultores sociais e trabalhadores rurais egressos do PRONAF ou ainda beneficiários daquele programa, que obtêm renda bruta anual familiar de até R\$ 60.000,00, excluídos os proventos vinculados a benefícios previdenciários decorrentes de atividades rurais.

Fonte: MDA, 2007

Para os produtores, as vantagens do PRONAF se concentram na obtenção de financiamento de custeio e investimento com encargos e condições adequadas à realidade da agricultura familiar, de forma ágil e sem custos adicionais. Como resultado espera-se o aumento de renda mediante melhoria de produtividade, do uso racional da terra e da propriedade; a melhoria das condições de vida do produtor e de sua família; a agilidade no atendimento; e para os produtores que honrarem seus compromissos, garantia de recursos para a safra seguinte, com a renovação do crédito até 5 anos, no caso de custeio das atividades.

³ Mais informações sobre o PRONAF podem ser obtidas no site www.pronaf.gov.br/

Novas linhas de crédito do PRONAF foram aprovadas e dentre elas destaca-se o PRONAF Alimentos e o PRONAF Mulher. O primeiro oferece crédito especial para estimular a produção de cinco alimentos básicos da mesa dos brasileiros: arroz, feijão, mandioca, milho e trigo. Nessa linha, os agricultores terão 30% a mais de crédito para a produção dessas culturas. O segundo oferece crédito especial de investimento relacionado com projetos específicos de interesse das esposas ou companheiras dos agricultores familiares, sempre que o projeto técnico ou a proposta contemplar atividades que agreguem renda e/ou novas atividades exploradas pela unidade familiar (observadas as condições previstas para os Grupos “C”, “D” e “E”, limitado a um crédito em cada grupo, independentemente dos tetos de investimentos já concedidos a unidade familiar).

Com isso, espera-se uma maior oferta de alimentos, principalmente dos que compõem a cesta básica (PRONAF Alimentos) e busca-se estimular a permanência do agricultor no campo com mais dignidade e qualidade de vida.

Capítulo 3

Metodologia

Considerando que o planejamento energético em comunidades isoladas vai muito além do simples suprimento de energia elétrica e que deveria ser direcionado para atender atividades econômicas produtivas que trouxessem de fato desenvolvimento socioeconômico, decidiu-se analisar o caso da comunidade “Pico do Amor”, localizada em Cuiabá/MT, a qual está prestes a ser atendida em suas necessidades comunitárias com energia elétrica a partir de um sistema de reforma de etanol/purificação de hidrogênio/célula a combustível. Esse projeto de pesquisa e desenvolvimento (P&D) foi financiado pelas Centrais Elétricas do Norte do Brasil – ELETRONORTE e executado pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP em parceria com a Universidade Federal do Mato Grosso – UFMT.

Como o projeto buscava também promover, em estágio inicial, o desenvolvimento sustentável da comunidade, foram firmadas parcerias com outras entidades e instituições, a saber: a Secretaria de Indústria, Comércio, Minas e Energia de Mato Grosso (SICME), o Sistema da Federação das Indústrias no Estado do Mato Grosso (sistema FIEMT), o Sindicato das Indústrias Sucroalcooleiras do Estado do Mato Grosso (SINDALCOOL/MT), a Prefeitura Municipal de Cuiabá e a Centrais Elétricas Mato-grossenses (CEMAT). Assim, além do aspecto tecnológico inovador, o projeto de pesquisa ainda realizou uma análise socioambiental da comunidade antes e após a sua finalização, de forma a identificar os benefícios diretos e indiretos do projeto de pesquisa.

Desta forma, partindo dos resultados técnicos/tecnológicos e socioambientais do projeto de P&D realizado, buscou-se nesta dissertação estimar o impacto do fornecimento de energia elétrica considerando o desenvolvimento de atividades produtivas selecionadas pela própria comunidade.

Dentro desse contexto, foi adotada a metodologia de pesquisa, apresentada na Figura 3.1, que se encontra dividida em quatro etapas. A partir dos dados obtidos em cada etapa foi possível atingir o objetivo principal desta dissertação, ressaltando-se que a estimativa do impacto da energia elétrica na renda familiar é de fundamental importância, uma vez que a manutenção do sistema de geração, especificamente a compra de etanol, deverá ser arcada pela própria comunidade.

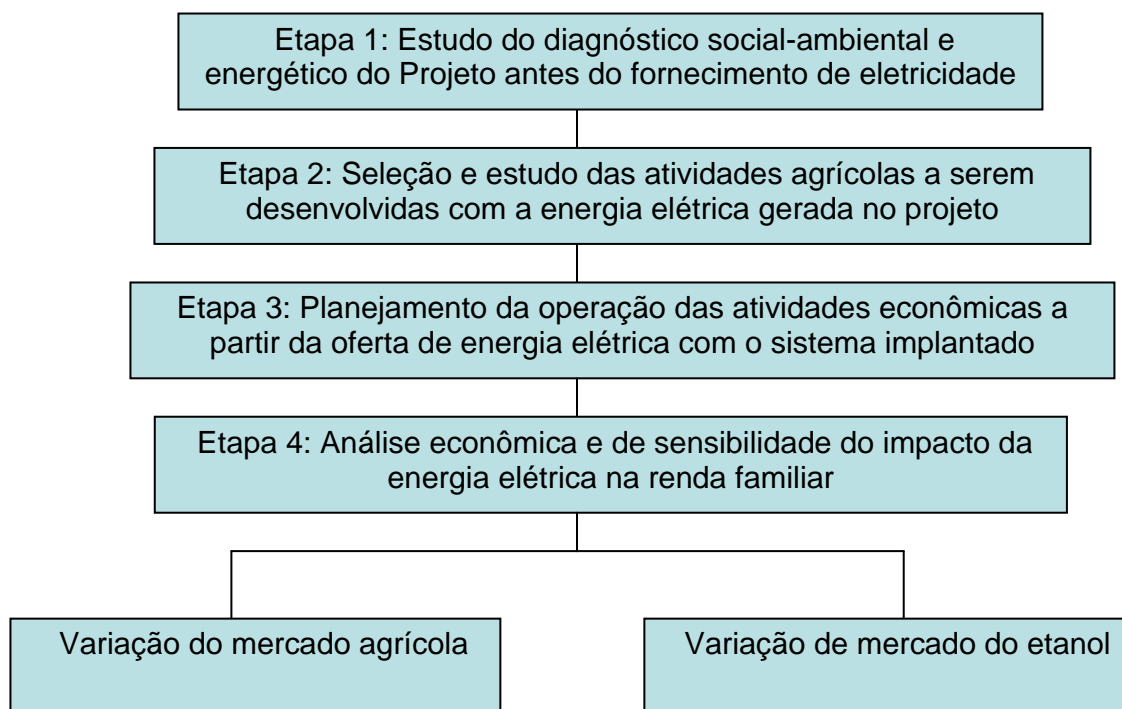


Figura 3.1 Fluxograma esquemático da metodologia de pesquisa adotada

Fonte: Elaboração própria.

3.1 Análise dos dados do diagnóstico sócio-ambiental e energético da comunidade “Pico do Amor” antes do fornecimento de energia elétrica

O levantamento das características socioambientais e energéticas da comunidade fez parte das etapas desenvolvidas no projeto de P&D e encontram-se disponíveis nos Relatórios Parcial e Final (CAVALIERO *et. al.*, 2008). Esse levantamento foi realizado em duas etapas: uma pesquisa inicial no censo de 2000 (IBGE), em documentos e relatórios disponíveis sobre a região de abrangência do projeto na Prefeitura Municipal de Cuiabá; e uma pesquisa aprofundada a partir da aplicação de um questionário (Anexo 1), de entrevistas semi-estruturadas e gravadas; e da observação direta de

situações da vida comunitária, registradas através de uma pesquisa de campo (CAVALIERO *et al.*, 2008). A pesquisa aprofundada foi fundamental para caracterizar a comunidade em seus aspectos sociais, econômicos, energéticos e ambientais e realizar um diagnóstico estruturado antes da implantação do sistema e do fornecimento de energia elétrica (CAVALIERO *et al.*, 2008). Sendo assim, encontra-se no Capítulo 4 os resultados dessa etapa.

3.2 Seleção e estudo das atividades agrícolas a serem desenvolvidas com a energia elétrica fornecida pelo projeto

A partir dos resultados e características diagnosticadas na Etapa 1, foi realizada nova pesquisa de campo para verificar, junto à comunidade, quais atividades econômicas produtivas ela teria interesse em desenvolver⁴. Vale ressaltar que essa consulta é de fundamental importância para garantir a continuidade da execução das atividades econômicas, mesmo após a realização do projeto de P&D, uma vez que será de responsabilidade da própria comunidade a sua administração.

Como resultado, a comunidade selecionou como produtos de interesse a farinha de mandioca e a rapadura. Diante dessa seleção foram realizados os estudos da produção agrícola de mandioca e de cana-de-açúcar visando a produção e comercialização de farinha de mandioca e rapadura. Além disso, foram também levantados os preços de comercialização da farinha de mandioca e de rapadura em Cuiabá, sendo possível estimar a renda familiar mensal na comunidade com a venda desses produtos. Os resultados dessa etapa encontram-se também no Capítulo 4.

3.3 Planejamento da operação das atividades econômicas a partir da oferta de energia elétrica com o sistema implantado

O estudo dos processos de beneficiamento da mandioca e da cana-de-açúcar, realizado na etapa anterior, permitiu identificar os equipamentos elétricos a serem utilizados, bem como os seus respectivos consumos de energia elétrica. A partir da demanda identificada, foi possível realizar um planejamento de operação da casa de farinha e da casa de engenho adequado à oferta de eletricidade do

⁴ Dados obtidos em CAVALIERO *et al.*, (2008).

sistema de reforma de etanol/purificação de hidrogênio/célula a combustível instalado através do projeto de P&D. Como resultado, o Capítulo 5 apresenta as curvas de demanda energética da casa de engenho e da casa de farinha; o planejamento do uso da energia elétrica da forma mais eficiente possível e de acordo com a energia final disponível, buscando não sobrecarregar o sistema de geração; e a estimativa da demanda de etanol para garantir o funcionamento do sistema e viabilizar a continuidade das atividades produtivas.

3.4 Análise econômica e de sensibilidade do impacto da energia elétrica na renda familiar

Após o estudo de demanda de etanol, enquanto fonte de energia para a produção de hidrogênio e de energia elétrica, foi realizada uma análise econômica do impacto da energia elétrica na renda familiar a partir da comercialização de farinha de mandioca e rapadura em Cuiabá/MT, principal mercado consumidor desses produtos. Vale ressaltar que os custos associados à geração de energia elétrica se restringem apenas ao consumo anual de etanol e que as receitas estimadas com a comercialização não levam em conta os custos com os insumos agrícolas necessários para a produção agrícola. Essa última consideração se deve ao fato de que a Prefeitura de Cuiabá se responsabilizou pelo fornecimento desses insumos à comunidade sem qualquer custo.

Além da estimativa da receita líquida anual e mensal de cada família, decidiu-se analisar também o impacto da variação do preço de etanol e a variação do preço de comercialização de farinha de mandioca e de rapadura em Cuiabá na renda mensal familiar. Assim, foi realizada uma análise de sensibilidade desses dois importantes fatores, cujos resultados encontram-se no Capítulo 6.

Capítulo 4

Promoção do desenvolvimento socioambiental da comunidade “Pico do Amor”

Visando auxiliar na promoção do desenvolvimento socioambiental da comunidade “Pico do Amor”, o projeto de P&D incluiu em seu escopo um estudo socioeconômico, energético e ambiental da comunidade antes e após a instalação do sistema de geração. Para tanto, foi realizada uma pesquisa de campo em maio e junho⁵ de 2006 na qual foi possível levantar os dados sócio-demográficos, dados sobre a demanda atual de energia, dados sobre as escolhas da comunidade relacionadas à expansão da oferta de energia e a opinião das lideranças comunitárias sobre a expansão da oferta de energia e sobre projetos para o desenvolvimento humano e comunitário.

O resultado dessa pesquisa foi a apresentação de um diagnóstico preliminar, que se seguiu, e serviu de referência para a realização de outra etapa: a seleção das atividades econômicas produtivas que serão desenvolvidas na comunidade com a energia elétrica gerada. Assim, em nova pesquisa de campo, realizada em fevereiro de 2007, foi possível acompanhar a escolha da comunidade pelas atividades de produção de farinha de mandioca e de rapadura de cana-de-açúcar. Os processos de produção agrícola de mandioca e cana-de-açúcar e seus respectivos beneficiamentos são apresentados ao final deste capítulo.

⁵ As famílias foram entrevistadas pela: Dra. Cleci Schalemburger Streb, Assistente Social Maria da Graça Campos Silva (funcionária da Prefeitura Municipal de Cuiabá), Elen Ferreira e a Assistente Social Jakeline Eliana S. Fraga integrante da Equipe do Núcleo Interdisciplinar de Estudos em Planejamento Energético – NIEPE/UFMT.

4.1 Caracterização geográfica, sócio-econômica e energética da comunidade “Pico do Amor”

A comunidade “Pico do Amor” se localiza no Distrito da Guia, no município de Cuiabá, distante 85 km do centro da capital mato-grossense (CANAVARROS, 1998). Diferentemente da grande maioria das comunidades isoladas da Amazônia legal, que se encontram distantes das cidades em função de grandes rios que as isolam fisicamente, essa é considerada isolada por se tratar de uma área de relativo difícil acesso terrestre. A Figura 4.1 ilustra a localização do Distrito da Guia no Município de Cuiabá, Estado do Mato Grosso (CAVALIERO *et al.*, 2008) .

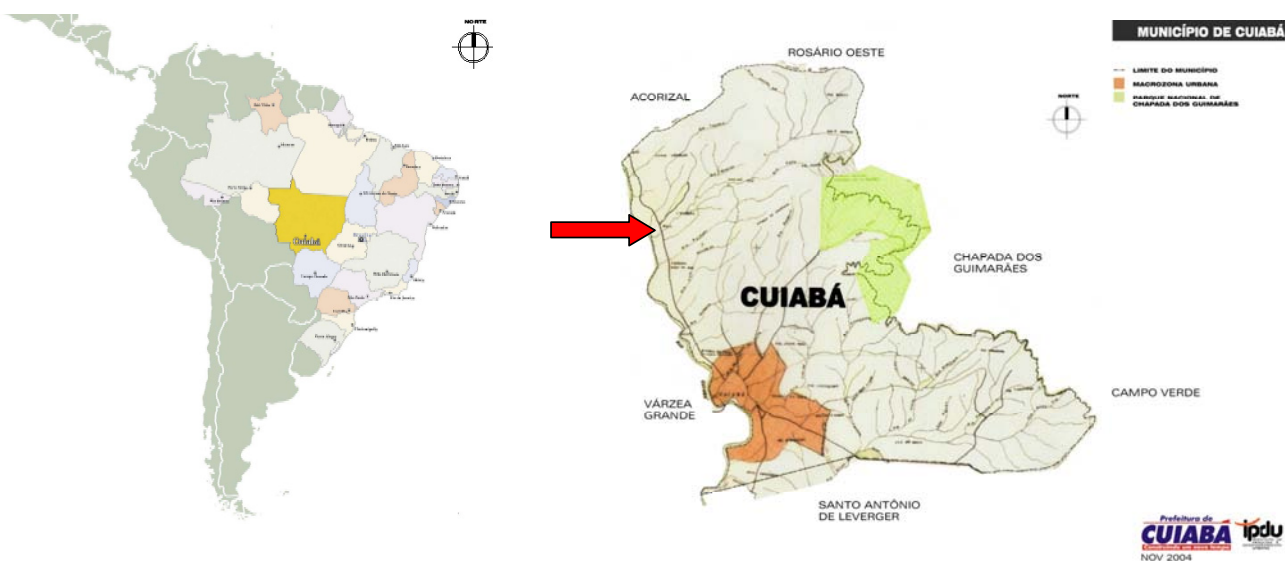


Figura 4.1 Localização do distrito de Nossa Senhora da Guia

Fonte: CAVALIERO *et al.* (2008)

O distrito de Nossa Senhora da Guia é uma das regiões mais antigas da Capital e está localizado à 30 km de distância da sede de Cuiabá, às margens do rio Cuiabá. Atualmente o distrito é composto por 14 comunidades: “Pico do Amor”, Caiera, Aguaçu, Machado, Carioca, Boeno, Terra Vermelha, Bocaiuval, Varginha, Três Pedras, Machadinho, Forquilha, Santa Luzia e da Guia; e estão distribuídas na área urbana (3 mil habitantes) e a maioria na rural (6 mil habitantes) (NEGRÃO, 2006 e AMM, 2006).

Na ocasião da pesquisa de campo, a comunidade possuía 8 famílias residentes, totalizando um universo populacional de 40 indivíduos, todos pertencentes ao mesmo núcleo familiar⁶. De acordo com o Instituto de Terras de Mato Grosso – INTERMAT⁷, a área ocupada pela comunidade “Pico do Amor” é de aproximadamente 1.000 hectares, subdivididos em 20 lotes de 50 hectares cada. Na data da pesquisa de campo, o INTERMAT estava providenciando os títulos de legitimação da posse destes lotes a cada família.

4.2 Equipamentos sociais (educação e saúde)

4.2.1. Educação

Quanto à educação, na comunidade existia apenas uma escola de ensino fundamental do primeiro ao quarto ano, enquanto que do quinto ao nono ano era preciso procurar escolas que se localizavam nas comunidades próximas. Os jovens têm aulas ministradas nos finais de semana por uma professora que também leciona em outra escola nos demais dias da semana (CAVALIERO *et al.*, 2008).

Na ocasião da pesquisa de campo foi observada a questão do analfabetismo entre adultos, presente na comunidade. Ao serem questionados sobre a possibilidade de virem a estudar, alguns se mostraram interessados, havendo ainda quem desejasse se tornar professora para lecionar na escola da comunidade (CAVALIERO *et al.*, 2008).

4.2.2. Saúde

Em relação à saúde, não existia nenhum posto na comunidade e nem visitas regulares de médicos de outras comunidades. Durante o dia, os moradores utilizavam o serviço médico disponível no assentamento Coivaras (povoado próximo à comunidade), sendo possível marcar consultas e realizar um atendimento de emergência. No período noturno, o atendimento emergencial só era

⁶ Filhos ou netos do Sr. Zacarias Barbosa de Arruda, já falecido, e da Sra. Augustina Xavier dos Santos, que na ocasião da pesquisa tinha 90 anos.

⁷ O INTERMAT vem desenvolvendo no Estado de Mato Grosso o “Programa de Regularização de Ocupação”. Mais informações sobre este programa podem ser obtidas em: <http://www.intermat.mt.gov.br/>.

realizado em Cuiabá, o que se tornava problemático para a população devido à distância, às péssimas condições das estradas e à falta de sistema de transporte coletivo (CAVALIERO *et al.*, 2008).

4.3 Infra-estrutura

Quanto à infra-estrutura, verificou-se a existência de fossas, na maioria dos casos coberta apenas por pedaços de madeira. A higiene pessoal era feita com a mesma água coletada para o preparo de comidas e para o consumo direto. Quanto aos resíduos sólidos domésticos, verificou-se que em 100% dos casos este era jogado a céu aberto, relatando-se em pouquíssimos casos a queima destes resíduos (CAVALIERO *et al.*, 2008).

Os moradores residiam em casas de barro, alvenaria e pau-a-pique. As casas não possuíam tanque reservatório de água e esta era obtida diretamente através de mina ou nascentes que em alguns casos se localizavam distantes das residências. Isso tornava difícil e cansativa a sua obtenção (CAVALIERO *et al.*, 2008).

Os meios de transporte utilizados eram a bicicleta, principalmente pelos jovens; e o cavalo, pela população adulta. Para se deslocar até Cuiabá era necessário ir de bicicleta ou a cavalo até o assentamento de Coivaras e de lá pegar um ônibus para o destino final, o que tornava a ida até a capital do Estado muito custosa e um programa exclusivo de adultos (CAVALIERO *et al.*, 2008).

4.4 Atividade econômica

Como principal atividade econômica, a comunidade praticava a agricultura, destacando-se a produção de banana como a única para fins comerciais. O restante dos produtos agrícolas ⁸ destinava-se apenas à subsistência ou para servir de ração animal. Foi registrada ainda a criação de animais, como aves e bovinos, porém apenas para alimentação própria ou para o transporte. O escoamento da produção de banana era feito de duas formas: através da venda direta, em comunidade vizinha, o que implicava em levar os produtos em carros de boi; e através da venda a um atravessador, o que segundo os moradores era mais prático, porém menos rentável (CAVALIERO *et al.*, 2008).

⁸ Mandioca, arroz, feijão, milho, amendoim e mamão.

Vale comentar que metade das famílias se beneficiava ainda de programas governamentais da esfera federal, como o Bolsa Escola e/ou o Programa de Erradicação do Trabalho Infantil – PET. Esses benefícios se configuravam na segunda fonte de renda das famílias (CAVALIERO *et al.*, 2008).

4.5 Situação energética

Do ponto de vista energético, até o início do projeto em 2005 a comunidade “Pico do Amor” não era abastecida com energia elétrica. O uso da energia se limitava à iluminação, através de velas, lanternas e candeieiros; e à cocção de alimentos em fogão a lenha e a gás. Todas as oito residências utilizavam fogão à lenha, sendo que seis delas possuíam também fogão a gás⁹. Outro equipamento existente na comunidade era o forno, construído em barro ou em “casa de cupim”, para a secagem da farinha de mandioca produzida pelos moradores. Além disso, a energia acondicionada em baterias e pilhas também era utilizada em equipamentos de som e televisão (CAVALIERO *et al.*, 2008).

Quanto a uma futura demanda por eletrodomésticos e eletroeletrônicos na comunidade, 29,4% das pessoas entrevistadas optaram por uma geladeira, fato este compreendido por se tratar de um bem durável que influencia diretamente na conservação de alimentos. Ao mesmo tempo, 23,5% das pessoas optaram por ventiladores e o restante dividiu-se em aparelho de som, televisor, liquidificador e máquina de lavar roupa. Ainda em relação ao uso particular de energia elétrica, foi sugerida por duas famílias a compra de trituradores de ração animal, além de ter sido constantemente especificado o uso para iluminação domiciliar, atendimento esse que não estava inserido no escopo do projeto de P&D. Quanto à possibilidade de a comunidade ser beneficiada com a geração de energia elétrica em pontos de uso comum, todos os entrevistados se mostraram satisfeitos (CAVALIERO *et al.*, 2008).

4.6 Propostas de atividades econômicas a serem desenvolvidas na comunidade

A partir da pesquisa sócio-econômica, energética e ambiental realizada foi possível conhecer as condições de infra-estrutura, os costumes e as atividades econômicas desenvolvidas na

⁹O fogão à lenha era utilizado diariamente para a preparação de comidas e o fogão à gás destinava-se apenas ao aquecimento da água para o preparo de café, bolos e alimentos que tenham cozimento rápido. A utilização do fogão a gás acabava se tornando custosa, já que para trocar o botijão era necessário ir até o assentamento de Coivaras.

comunidade. No entanto, diante da importância dada à necessidade de desenvolvimento social e econômico da comunidade, o projeto previu uma etapa para discutir com os residentes de “Pico do Amor” quais as atividades econômicas potenciais e de interesse comunitário.

Assim, em fevereiro de 2007 foi realizada outra pesquisa de campo para avaliar o potencial de desenvolvimento local a partir de produtos agrícolas produzidos na comunidade. Vale comentar que o estudo dessas atividades e a sua efetiva implantação são etapas que estão inseridas na proposta de continuidade do projeto junto à ELETRONORTE e demais parceiros. Apesar dessa proposta ainda se encontrar em fase de análise entre as instituições, esta dissertação já apresenta os estudos preliminares referente à produção e comercialização desses produtos em Cuiabá, mostrados a seguir. Vale lembrar que esses estudos são fundamentais para estimar o impacto da energia elétrica gerada na renda familiar da comunidade, ou seja, o objetivo maior desta dissertação.

A partir de uma reunião com a comunidade, ficou a cargo dos comunitários a escolha pela atividade econômica a ser desenvolvida com a energia elétrica. Ao final da reunião, foram escolhidas pelos próprios moradores as atividades de produção de farinha de mandioca e de rapadura da cana-de-açúcar (CAVALIERO *et al.*, 2008).

A produção de farinha de mandioca já era realizada pela comunidade e, embora tivesse uma produção reduzida, poderia haver um incremento com a inserção de equipamentos elétricos para o beneficiamento da mandioca. Já com relação à produção de rapadura, apesar da comunidade não produzir cana-de-açúcar até então, alguns residentes afirmaram conhecer o processo de produção de rapadura (CAVALIERO *et al.*, 2008).

Vale comentar que todos eles conheciam o valor de mercado destes produtos em Cuiabá/MT e o interesse pela rapadura se deveu, de acordo com relatos, ao preço de venda atrativo. Além disto, apesar da banana *in natura* ser na época o único produto comercializado pela comunidade, eles não sinalizaram nenhuma proposta para agregar valor à produção de outros produtos derivados da banana utilizando a energia elétrica proveniente do projeto (o que poderá ser implementado futuramente se a comunidade se interessar no aprendizado de novas técnicas rurais) (CAVALIERO *et al.*, 2008).

Como parte do processo de viabilização das atividades na comunidade, os parceiros do projeto se prontificaram a doar os equipamentos para a produção de farinha de mandioca e rapadura, porém até o final do projeto de P&D isso ainda não havia ocorrido. Resolvido este problema, tornar-se-ia necessário também combater os outros gargalos no escoamento da produção até o mercado consumidor. Na época, a dificuldade de escoamento obrigava os comunitários a vender seus produtos a um atravessador, geralmente a um preço menor que o comercializado na capital Cuiabá. Assim, além das melhorias de produção de mandioca e de cana-de-açúcar, tornar-se-ia importante também analisar mecanismos que viabilizassem a comercialização dos produtos diretamente em Cuiabá/MT (CAVALIERO *et al.*, 2008).

Assim, finalizado o projeto de P&D, os resultados permitiram realizar o estudo da produção das duas culturas e dos seus respectivos processos de beneficiamentos dentro da realidade de produção da comunidade, ou seja, uma produção semi-artesanal.

4.6.1. Mandioca

A mandioca é originária dos Andes peruano e hoje é cultivada em diferentes nações, incluindo o Brasil. Nas regiões brasileiras do Norte e Nordeste, a mandioca e seus derivados são itens de substancial importância na base alimentar da população, ficando entre os três produtos de consumo mais elevado. Popularmente a mandioca possui duas classificações, a chamada mandioca “brava” e a mandioca “mansa”. A primeira é mais tóxica, pois contém alta concentração de ácido cianídrico (50 ppm), sendo necessário o seu processamento para posterior consumo. Por isso é mais usada na fabricação de polvilhos, farinhas e mesmo na indústria têxtil, metalúrgica, química, entre outras. Já a mandioca mansa pode ser consumida *in natura*, pois possui baixo teor de ácido cianídrico, sendo também utilizada no preparo de pães, bolos e etc. Vale lembrar ainda que essa classificação é baseada no conhecimento popular e, portanto, várias espécies podem ser chamadas de brava ou mansa dependendo da região, nível tóxico e aplicação. Neste estudo, será tratada especificamente a mandioca utilizada para a fabricação de farinha, independentemente do seu tipo.

O processo produtivo básico da farinha de mandioca pode ser visualizado nos estudos do SEBRAE (2006), o qual descreve todas as etapas detalhadamente. No entanto, considerando o perfil

de produção a ser realizado na comunidade “Pico do Amor” foi feita uma adaptação do fluxograma do SEBRAE, conforme pode ser visto na Figura 4.2. A descrição de cada etapa é apresentada a seguir.

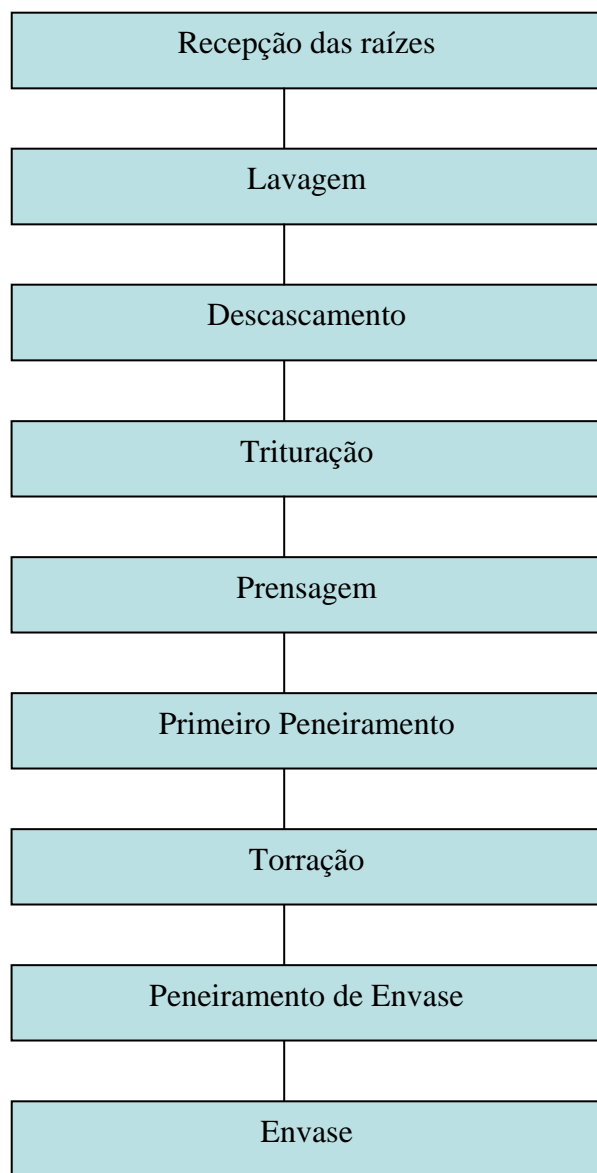


Figura 4.2 PPB da farinha de mandioca

Fonte: Adaptado de SEBRAE (2006).

Usualmente é utilizada carroça com tração animal para o transporte das raízes até a casa de farinha, conforme Figura 4.3, e é aconselhável que esse transporte seja feito em até 24 horas após a colheita, a fim de se evitar a sua deterioração. Ao receber as raízes, cuidados devem ser direcionados para a pesagem e armazenamento. Controlar a entrada da matéria-prima é fundamental para que os

custos do processo sejam otimizados e bem aproveitados, assim como, seu adequado armazenamento evite perdas por apodrecimento ou umidade em excesso. Recomenda-se, portanto, que as raízes sejam armazenadas em local coberto, mas arejado. Para evitar a contaminação do solo, também é necessário que esta área seja impermeabilizada.



Figura 4.3 Recebimento das raízes

Fonte: LOPES, 2006.

A lavagem das raízes tem como objetivo a retirada de possíveis fragmentos de terra e pedras e completa limpeza para, em seguida, iniciar o processo de descascamento. Após a lavagem das raízes segue-se, então, para o descascamento das raízes como pode ser observado na Figura 4.4, que é realizado manualmente. Essa etapa é necessária para facilitar a etapa posterior, de trituração, além de evitar maiores danos aos equipamentos.



Figura 4.4 Descasque manual

Fonte: LOPES, 2006.

Após o descasque, as raízes são levadas para o ralador/triturador, a fim de obter a raspa fina. Nessa etapa, utiliza o maquinário elétrico conhecido como triturador-ralador, mostrado na Figura 4.5, com potência de 1,47 kW.



Figura 4.5 Triturador/ralador

Fonte: LOPES, 2006.

Depois de ralada e triturada a massa é prensada para retirada de excesso de água e da manipueira, a qual é tóxica. A Figura 4.6 mostra uma prensa manual. A massa deve ser condicionada até perder um mínimo de 20% de umidade, quando estará pronta para a próxima etapa.



Figura 4.6 Prensa manual.

Fonte: LOPES, 2006.

A etapa posterior, de peneiramento, tem por objetivo esfarelar a massa prensada, o que auxiliará a torração e garantirá a produção de uma farinha mais fina. Este processo é manual e o peneiramento é feito pela passagem repetida com a mão sobre a massa prensada colocada sobre a peneira, como pode observa na Figura 4.7.



Figura 4.7 Peneiramento manual

Fonte: LOPES, 2006.

Após o esfarelamento e peneiramento, a massa deve ser levada ao forno para torração, o que elimina a fração restante de manipueira, que dá um sabor amargo à farinha, fazendo com que o produto adquira sabor final e característico. Nessa etapa, pode ser utilizado um misturador elétrico, como o mostrado na Figura 4.8, de 0,74 kW de potência.

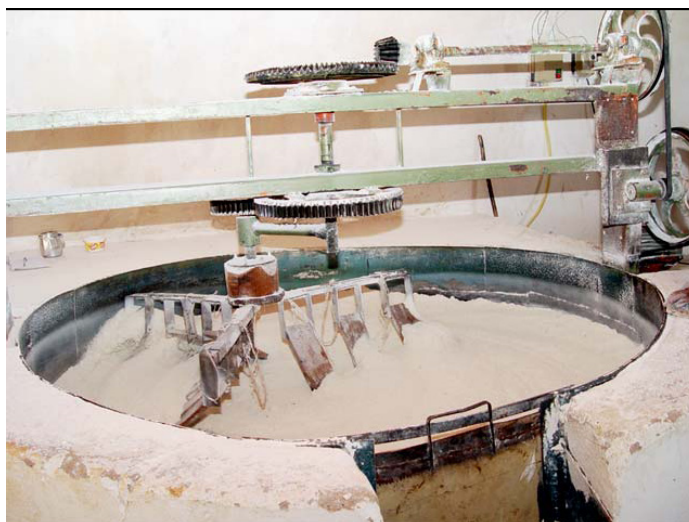


Figura 4.8 Exemplo de forno com misturador elétrico

Fonte: SEBRAE, 2006

Em seguida, é feito outro peneiramento para obter uma uniformidade na granulação da farinha. A malha da peneira é determinada de acordo com o tamanho do grão que se quer obter e é justamente isso que classifica a farinha. Assim, a classificação é feita conforme a demanda do mercado consumidor. Para isto existem conjuntos de peneiras de diferentes tamanhos de malha. Após essa etapa a farinha está pronta para o envase. A farinha poderá ser acondicionada em sacos de rafia, com capacidade para 50 kg, ou em pacotes plásticos de 1 kg. Para os sacos com 50 kg utiliza-se o enchimento e a costura manual.

4.6.1.1 Cotação de preços dos maquinários utilizado na casa de farinha

Em pesquisa de mercado realizada nos meses de março e abril de 2007 pela Cavaliero *et. al.* (2008) foi possível obter informações sobre consumo de energia e preço de tais maquinários. As Tabelas 4.1, 4.2 e 4.3 apresentam as três cotações obtidas para os equipamentos necessários, elétricos ou não, juntamente com suas especificações técnicas. Para esse conjunto de maquinário, a capacidade de beneficiamento é de 1.000 kg de raízes de mandioca por dia, mais especificamente em 10 horas de produção diária.

Tabela 4-1 Descrição do Maquinário Elétrico – Cotação Número 1

Máquinas	Capacidade do Motor/ kW	Capacidade	Custo
Triturador/Ralador	2 CV IP44 monofásico II Pólos	300 kg/hora	R\$ 4.100,00
Prensa Manual		80 kg a cada operação	R\$ 3.590,00
Peneira Elétrica	1/3 CV IP21 IV Pólos	500 kg/hora	R\$ 3.680,00
Forno Rotativo com Descarga Automática com mexedor de palhetas	1,0 CV IP21 IV Pólos	850 kg/hora	R\$ 6.785,00
Balança Tipo Plataforma		300 kg	R\$ 690,00
Total			R\$ 20.525,00

Fonte: CAVALIERO *et al.*, (2008)

Tabela 4-2 Descrição do Maquinário Elétrico – Cotação Número 2

Máquinas	Capacidade do Motor/ kW	Capacidade	Custo
Triturador/Ralador	2 CV IP44 monofásico II Pólos	300 kg/hora	R\$ 4.350,00
Prensa Manual		80 kg a cada operação	R\$ 3.680,00
Peneira Eletrica	1/3 CV IP21 IV Pólos	500 kg/hora	R\$ 3.710,00
Forno Rotativo com Descarga Automática com mexedor de palhetas	1,0 CV IP21 IV Pólos	850 kg/hora	R\$ 6.880,00
Balança Tipo Plataforma		300 kg	R\$ 750,00
Total			R\$ 19.370,00

Fonte: CAVALIERO *et al.*, 2008

Tabela 4-3 Descrição do Maquinário Elétrico – Cotação Número 3

Máquinas	Capacidade do Motor/ kW	Capacidade	Custo
Triturador/Ralador	2 CV IP44 monofásico II Pólos	300 kg/hora	R\$ 4.280,00
Prensa Manual		80 kg a cada operação	R\$ 3.635,00
Peneira Eletrica	1/3 CV IP21 IV Pólos	500 kg/hora	R\$ 3.695,00
Forno Rotativo com Descarga Automática com mexedor de palhetas	1,0 CV IP21 IV Pólos	850 kg/hora	R\$ 6.798,00
Balança Tipo Plataforma		300 kg	R\$ 810,00
Total			R\$ 19.218,00

Fonte: CAVALIERO *et al.*, 2008

4.6.1.2 Produção e Receita Estimada

Para estimar a produção de farinha, adotou-se quatro hectares como área geral destinada para o cultivo de mandioca, conforme mencionado anteriormente. A produtividade média de cada hectare baseou-se em dados obtidos em pesquisa de campo, realizada em abril de 2007 cujos resultados estão em Cavaliero *et al.*, (2008), à Secretaria Municipal de Agricultura de Cuiabá, onde foram obtidos dados de produção de mandioca, cana de açúcar e de seus respectivos subprodutos, além dos preços os quais os subprodutos são comercializados na região. A estimativa de produção de raízes de mandioca pode ser vista na Tabela 4.4. É importante observar que a comunidade faz a colheita da mandioca duas vezes durante ao ano, contudo, esse trabalho considera a primeira colheita sendo realizada após 12 meses e os cálculos como apresentados a seguir são referentes a uma colheita no primeiro ano de produção

Tabela 4-4 Estimativa de Produção de Mandioca e Farinha de Mandioca em “Pico do Amor”

Cultura	Hectares	Produtividade média (kg/ha)	Produção Total (kg)	Produção mensal (kg)	Produtividade média de farinha por 1000 kg de mandioca (kg)	Produção de Farinha de Mandioca anual Total (kg)
Mandioca	4	15.000	60.000	5.000	272	16.320

Fonte: Elaboração própria a partir de CAVALIERO *et al.*, 2008

Cada hectare plantado produz 15.000 kg de mandioca e como são disponibilizados 4 hectares, portanto, serão colhidos 60.000 kg de mandioca. De acordo Cavaleiro *et al.*, (2008), 1000 kg de mandioca produzem 272 kg de farinha de mandioca. Visto que 60.000 kg de mandioca seriam colhidas no ano, seriam produzidas 16.320 kg de farinha de mandioca.

Com base em tais dados, foi possível estabelecer uma estimativa de receita bruta familiar com a venda da farinha de mandioca no primeiro ano de produção (contando apenas uma colheita), apresentada na Tabela 4.5. O preço de venda apresentado se refere ao preço praticado pelo atravessador¹⁰ em Cuiabá (CAVALIERO *et al.*, 2008)

Tabela 4-5 Receita Bruta de Farinha de Mandioca

Farinha de Mandioca	Preço (R\$)	Quantidade (kg)	Receita Bruta Anual Comunitária (R\$)	Receita Bruta Familiar (R\$)		
				Anual	Semestral	Mensal
Centro de Abastecimento de Cuiabá	0,60	16.320	9.792,00	1.224,00	612,00	102,00

Fonte: Elaboração própria.

4.6.2. Cana-de-açúcar

A produção de rapadura tem como insumo básico a cana-de-açúcar, que deve ser cultivada sem defensivos agrícolas tóxicos ou adubos químicos, colhida manualmente sem o recurso da queimada (utilizada normalmente para facilitar a colheita) e transportada sem mecanização. O transporte até o início do processo de fabricação deve ser o mais rápido possível, pois a demora nessa etapa é um dos principais causadores da perda de qualidade de rapadura. Estas condições, nem

¹⁰ Segundo Canavarros (2009), a farinha da mandioca é atualmente vendida no mercado de Cuiabá pelo preço de R\$ 1,40/kg e em sacos de 45 kg. Com esses valores, a receita bruta mensal por família iria para R\$ 238,00.

sempre satisfeitas no processo real de produção, são necessárias para assegurar a qualidade adequada do produto natural compatível com as exigências do mercado (PITOMBEIRA, 2006).

Em geral, a rapadura é comercializada na própria unidade de produção ou em cidades próximas. Como um produto artesanal e de pequena escala, utiliza tecnologias simplificadas e de baixo custo, constituindo fator de competitividade o domínio do conhecimento do ponto de cozimento e processamento do produto, que são essenciais na durabilidade da rapadura e na sua comercialização.

Na Figura 4.9 são apresentadas as etapas que compreendem o processo produtivo da rapadura a ser realizado na comunidade “Pico do Amor”.



Figura 4.9 Etapas da Produção de Rapadura

Fonte: SAKAI, 2009.

É na época de colheita da cana que deve ser cortada a quantidade a ser usada, respeitando o período máximo de uma semana de intervalo entre o corte e a moagem. O transporte é realizado essencialmente em carros-de-boi. Após a moagem da cana de açúcar, através da prensagem na moenda, é separada a garapa (caldo) do bagaço e levada para o primeiro tacho, onde é realizada uma

pré-limpeza. Na pré-limpeza são retiradas, através de peneiramento, as sujeiras da garapa, como bagacilho e palha.

A clarificação é feita através do pré-aquecimento, que corresponde ao início da fervura do caldo. De forma lenta, a fervura facilita a limpeza da garapa utilizando produtos como cal. Com a garapa clarificada, faz-se a pré-concentração, com fervura constante e intensa, para evaporação da água da garapa, até atingir o ponto de mel, mexendo rápido. Em seguida o mel é remanejado de tacho em tacho até o último, onde se realiza a concentração final. A Figura 4.10 mostra esse processo. A concentração final é a etapa na qual o mel é concentrado até atingir o “ponto de rapadura”.



Figura 4.10 Concentração

Fonte: SEBRAE, 2006.

Quando o mel atinge o ponto, o tacho (caldeira) é transferido, derramado numa grande gamela de madeira, mostrado na Figura 4.10, mexido rapidamente e jogado nas laterais com uma espátula de madeira até o início da cristalização. A cristalização se dá quando o mel diminui de volume, ou seja, quando ocorre o que se chama “morte do mel”. Após essa etapa, a rapadura, ainda em processo de cristalização, é colocada em fôrmas de madeira, como visto na Figura 4.11, com formato e peso desejados ficando em local ventilado, por cerca de 1 (uma) hora para total resfriamento



Figura 4.11 Enformagem

Fonte: SEBRAE, 2006.

Após o resfriamento, as rapaduras devem ser desenformadas sobre mesas e embaladas como mostra a Figura 4.12. O armazenamento normalmente é feito sobre estrados de madeira, cobertos com lonas ou esteiras de palha.



Figura 4.12 Enformagem

Fonte: SEBRAE, 2006.

4.6.2.1 Cotação de preços dos maquinários utilizados na casa de engenho

Em pesquisa de mercado realizada nos meses de março e abril de 2007 no Estado do Mato Grosso foi possível obter informações de máquinas e equipamentos que compõe a configuração de uma casa de produção de rapadura, além dos custos de tal maquinário (CAVALIERO *et al.*, 2008) . Nas Tabelas 4.6, 4.7 e 4.8 apresentam-se as três cotações obtidas para os equipamentos necessários para fabricação da rapadura sejam elétricos ou não, juntamente com suas especificações técnicas.

Tabela 4-6 – Descrição do Maquinário Elétrico – Cotação Número 1

Máquinas	Capacidade do Motor/ kW	Capacidade	Custo
Engenho de cana	1,5 CV monofásico	200 litros/hora	R\$ 1.680,00
1 Tacho de Cobre capacidade de 200 litros		200 litros	R\$ 2.530,00
Total			R\$ 4.210,00

Fonte: CAVALIERO *et. al.*, 2008

Tabela 4-7 – Descrição do Maquinário Elétrico – Cotação Número 2

Máquinas	Capacidade do Motor/ kW	Capacidade	Custo
Engenho de cana	1,5 CV monofásico	200 litros/hora	R\$ 1.720,00
1 Tacho de Cobre capacidade de 200 litros		200 litros	R\$ 2.678,00
Total			R\$ 4.398,00

Fonte: CAVALIERO *et. al.*, 2008

Tabela 4-8 – Descrição do Maquinário Elétrico – Cotação Número 3

Máquinas	Capacidade do Motor/ kW	Capacidade	Custo
Engenho de cana	1,5 CV monofásico	200 litros/hora	R\$ 1.600,00
1 Tacho de Cobre capacidade de 200 litros		200 litros	R\$ 2.480,00
Total			R\$ 4.080,00

Fonte: CAVALIERO *et al.*, 2008

4.6.2.2 Produção e Receita Estimada a partir da Rapadura

Tal como efetuado para a mandioca, o cálculo da produção e receita estimada a partir do cultivo de cana de açúcar e produção de rapadura foi efetuado supondo o uso de quatro hectares. A produtividade média de cana de açúcar por hectare é de 35.000 kg de cana (CAVALEIRO *et. al.*, 2008). Com base em tais informações foi possível calcular o total produzido de cana. É preciso ressaltar que a colheita da cana ocorre uma vez ao ano.

Na Tabela 4.9 estão apresentados os dados de produção estimadas de cana de açúcar e de rapadura admitindo que cada tonelada de cana-de-açúcar rende 80 kg de rapadura (CAVALEIRO *et al.*, 2008).

Tabela 4-9 Estimativa de Produção Anual de Cana de Açúcar e Rapadura em “Pico do Amor”

Cultura	Hectares	Produtividade média (kg/ha)	Produção Total (kg/ano)	Produtividade média de rapadura por 1000 kg de cana (kg)	Produção de Rapadura (kg/ano)
Cana de Açúcar	4	35.000	140.000	80	11.200

Fonte: Elaboração própria a partir de CAVALIERO *et al.*, (2008)

Na Tabela 4.10 encontram-se os dados da receita bruta com a comercialização da rapadura, também baseados no preço obtido pelo NIEPE em pesquisa de campo realizada em abril de 2007¹¹.

Tabela 4-10 Receita Bruta da Rapadura

Rapadura	Preço por kg (R\$)	Quantidade (kg)	Receita Bruta Anual Comunitária (R\$)	Receita Bruta Familiar (R\$)		
				Anual	Semestral	Mensal
Centro de Abastecimento de Cuiabá	1,80	11.200	20.160,00	2.520,00	1.260	210,00

Elaboração própria a partir de CAVALIERO *et al.*, (2008)

Assim, considerando a produção agrícola das culturas de mandioca e cana-de-açúcar realizada ao longo de um ano, totalizando uma área plantada de 8 hectares (4 hectares para cada cultura) e a comercialização de farinha de mandioca e de rapadura pelos preços pesquisados, a receita familiar bruta na comunidade “Pico do Amor” pode atingir mais de R\$ 3.700,00/ano, como pode ser visto na Tabela 4.11. Vale ressaltar que o gerenciamento dessas duas atividades econômicas será de responsabilidade da APPPICO – Associação dos Pequenos Produtores Rurais da Família Arruda da Comunidade “Pico do Amor”.

¹¹ Segundo Canavarros (2009) considerando que a cana de açúcar tenha produtividade média de 70 toneladas por hectare, a receita bruta mensal por família iria para R\$ 420,00.

Tabela 4-11 - Receita bruta total das atividades agrícolas¹²

Vendida Diretamente em Cuiabá	Preço por kg (R\$)	Quantidade (kg)	Receita Anual Comunitária (R\$)	Receita Familiar (R\$)		
				Anual	Semestral	Mensal
Farinha de mandioca	0,60	16.320	9.792,00	1.224,00	612,00	102,00
Rapadura	1,80	11.200	20.160,00	2.520,00	1260	210,00
Total				3.744,00	1.872,00	312,00

Fonte: Elaboração própria.

¹² Levando em consideração os valores informados por Canavarros (2009) a receita bruta total mensal por família iria para R\$ 658,00.

Capítulo 5

Planejamento da operação das atividades econômicas a partir da oferta de energia elétrica

A produção de farinha de mandioca e rapadura exige a utilização de alguns equipamentos que configuram a casa de farinha e a casa de engenho. Considerando o consumo energético das duas casas e a potência de energia elétrica disponível com o sistema instalado, foi elaborado um planejamento de operação mensal da produção de farinha de mandioca e de rapadura e estimada a demanda de energia elétrica das instalações comunitárias em “Pico do Amor”. Os resultados dessas estimativas podem ser verificados a seguir e foram utilizados na determinação do impacto da energia elétrica na renda das famílias da comunidade.

5.1 Sistema de geração de energia elétrica com o reformador de etanol e célula a combustível

O processo completo de geração de energia elétrica a partir da reforma de etanol e célula a combustível, visto na Figura 5.1, a ser instalado na Comunidade “Pico do Amor” é composto por:

- 01 Reformador de etanol, que utiliza com insumo de entrada etanol, ar e água para a produção de hidrogênio;
- 01 Célula a combustível com capacidade máxima de 5,0 kW do tipo PEM¹³, que utiliza o hidrogênio e o oxigênio do ar atmosférico para produção de energia elétrica em corrente contínua;
- 10 Baterias automotivas (chumbo-ácido) de 12 V, para armazenar a energia elétrica disponibilizada pela célula a combustível¹⁴

¹³ Protons exchange membrane (Membrana de troca de prótons)

- 01 Conversor de frequência, para converter em corrente alternada a corrente contínua disponibilizada pelo banco de baterias e pela célula. A energia elétrica é disponibilizada em corrente alternada com tensão de 120 V.

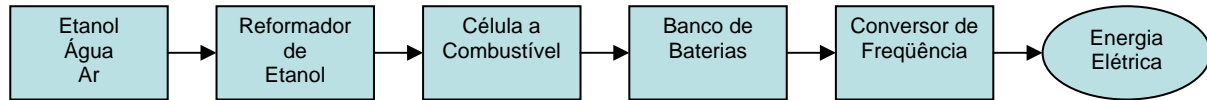


Figura 5.1 Sistema completo de produção de energia elétrica a partir do reformador de etanol e célula a combustível.

Fonte: Elaboração própria.

O sistema completo integrado, testado e avaliado no Laboratório de Hidrogênio da UNICAMP (LH2) pode ser visualizado na Figura 5.2.



Figura 5.2 Sistema completo de produção de energia elétrica a partir da reforma de etanol e célula a combustível desenvolvido pelo LH2

Fonte: Elaboração própria.

¹⁴ Faz-se obrigatória a utilização de 10 baterias de 12 V ligadas em série, pois a alimentação do conversor de frequência utilizado tem que ser necessariamente em 120 volts;

5.2 Demanda elétrica para comunidade “Pico do Amor”

O sistema de reforma de etanol e célula a combustível demanda uma quantidade de energia para ser operado, energia essa que virá do próprio sistema instalado já que a comunidade não possui eletricidade. Assim, é necessário destinar uma parte da eletricidade gerada para a auto-alimentação do sistema. A partir dos estudos realizados, neste trabalho foi considerado que o sistema de geração tem potência nominal máxima de 5 kW, porém utiliza cerca de 2,5 kW para sua auto-alimentação. Ao final, a potência efetivamente disponível é de 2,5 kW e foi baseado nessa disponibilidade e na demanda de energia para iluminação pública e em unidades comunitárias que se analisou a curva de demanda de energia e estimou-se o banco de baterias necessário para atender as casas de farinha e engenho.

5.2.1. Demanda de energia elétrica

Considerando, como dito anteriormente, que o protótipo tem uma potência média real disponibilizada para utilização de 2,5 kW, faz-se necessário um estudo sobre a demanda de energia elétrica total da comunidade, já que parte da energia elétrica disponível será usada para outras unidades comunitárias, além das casas de farinha e de engenho. Assim, foram tomadas como premissas:

- Iluminação pública: todos os dias as lâmpadas serão ligadas às 17:30 h e permanecerão ligadas por 4 horas na rua principal, que tem cerca de 350 m. As horas da manhã foram reservadas para eventual manutenção e reparo do sistema.
- Bomba d'água: estará funcionando todos os 30 dias durante 3h diárias;
- Centro Comunitário: estará funcionando todos os dias no período das 17:30 às 21:30 h. A geladeira funcionará durante 24 horas porém, segundo Camargo (2000), o tempo de operação ao longo de 1 dia é de 12 horas já que ela permanece 15 minutos funcionando e 15 minutos desligada (ou seja, 30 minutos por hora ou 12 horas por dia);
- Casa de farinha e casa de engenho: estarão funcionando em ciclos de 11 dias cada, no período das 06:00 às 11:00 h. Dessa forma, em um mês as duas casas irão funcionar 22 dias. Além disso, nunca serão utilizados os equipamentos das duas casas ao mesmo tempo.

O consumo mensal dos equipamentos utilizados para a iluminação pública, na casa de farinha (C.F), na casa de engenho (C.E), no centro comunitário (C.C) e pela bomba de água são apresentados respectivamente nas Tabelas 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 e 5.5. A Tabela 5.6 apresenta a demanda mensal de energia elétrica com todos os serviços prestados.

Tabela 5-1 Iluminação pública.

Equipamentos	Quantidade	Potência total (kW)	Operação (horas/dia)	Demanda de energia (kWh/dia)
Lâmpadas de 25 W	4	0,1	4	0,4
Total kWh(30 dias)	12,00			

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 5-2 Equipamentos, potência e energia (C.F)

Equipamentos	Quantidade	Potência total (kW)	Operação (horas/dia)	Demanda de energia (kWh/dia)
Motor de 1,0 CV (Forno)	1	0,74	5	3,7
Ralador de 2 CV	1	1,47	5	7,35
Lâmpadas 25 W	2	0,05	2	0,1
Total		2,26		11,15
Total kWh(11 dias)	122,65			

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 5-3 Equipamentos, potência e energia (C.E)

Equipamentos	Quantidade	Potência total (kW)	Operação (horas/dia)	Demanda de energia (kWh/dia)
Engenho 1,5 CV	1	1,10	3 ¹⁵	3,30
Lâmpadas 25 W	2	0,05	2	0,10
Total		1,15		3,40
Total kWh(11 dias)	37,40			

Fonte: Elaboração própria.

¹⁵ De acordo com Canavarros (2009), os equipamentos do engenho de cana-de-açúcar podem operar cerca de 5 horas diárias, o que levaria a uma demanda total de 61,6 kWh (nos 11 dias de operação mensal).

Tabela 5-4 Equipamentos, potência e energia (C.C.)

Equipamentos	Quantidade	Potência total (kW)	Operação (horas/dia)	Demanda de energia (kWh/dia)
Televisor	1	0,10	4	0,40
Aparelho de DVD	1	0,10	4	0,40
Lâmpadas 25 W	9	0,23	4	0,90
Lâmpadas 15 W	2	0,03	4	0,12
Lâmpadas 11 W	2	0,02	4	0,08
Ventilador	1	0,10	4	0,40
Geladeira	1	0,5	12	6,00
Total		0,83		8,31
Total kWh(30 dias)	249,3			

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 5-5 Equipamento, potência e energia (Bomba D'água)

Equipamentos	Quantidade	kW	Horas/dia	kWh/dia
Bomba d'água 0,5 CV	1	0,37	3	1,11
Total kWh (30 dias)				33,30

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 5-6 Demanda energética total em 1 mês

Unidades comunitárias	Demanda de energia elétrica (kWh)
Casa de farinha	122,65
Engenho	37,40
Centro comunitário	249,30
Bombeamento d'água	33,30
Iluminação pública	12,00
TOTAL	454,65¹⁶

Fonte: Elaboração própria.

¹⁶ De acordo com Canavarros (2009), os equipamentos do engenho de cana-de-açúcar podem operar cerca de 5 horas diárias, o que levaria a uma demanda energética mensal de 478,85 kWh com todos os serviços prestados.

Devido à diferença de consumo entre os dias que a comunidade utilizará a casa de farinha e a casa de engenho, foram geradas curvas individuais de demanda de energia para cada caso, de acordo com o consumo horário ao longo do dia.

5.2.2. Curva de Demanda com a Casa de Farinha

No caso da casa de farinha, foi gerada uma curva de demanda diária de energia, mostrada na Figura 5.3, e que segue a seguinte utilização:

- Das 00h às 06h, potência de 0,5 kW, referente à utilização da geladeira;
- Das 07h às 08h, potência de 2,76 kW, referente à geladeira e equipamentos da casa de farinha;
- Das 09h às 11h, a potência é reduzida para aproximadamente 2,71 kW, em função do desligamento das lâmpadas;
- Entre 12h e 14h retorna ao valor de 0,5 kW, referente ao uso da geladeira;
- Entre 15h às 17h, potência de 0,87 kW, referente ao uso da bomba d'água e da geladeira.
- No período das 18h às 21h, em razão do uso dos equipamentos do centro comunitário, a potência requerida passa a ser de 1,20 kW,
- Finalmente, das 22h às 00h a potência volta a 0,5 kW, correspondente ao funcionamento da geladeira.

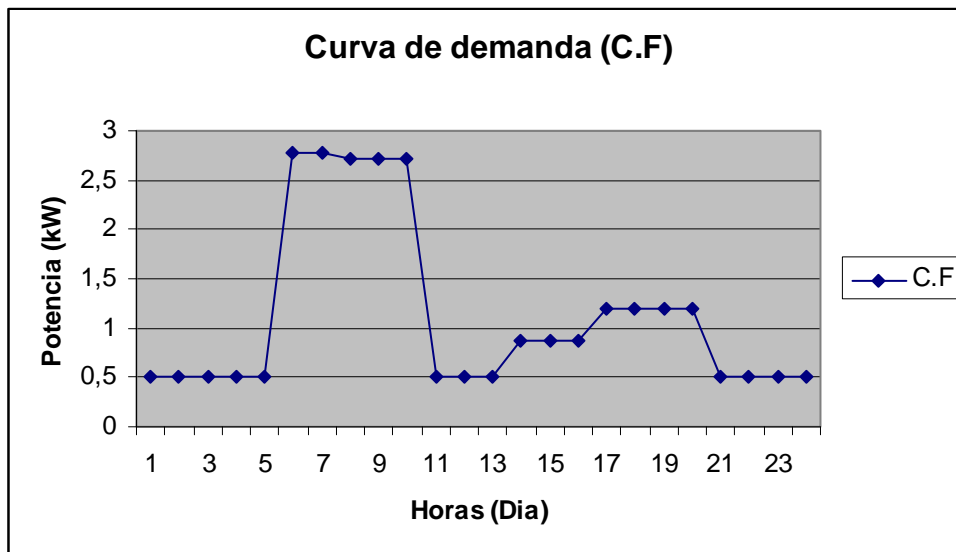


Figura 5.3 Curva de demanda para a casa de farinha

Fonte: Elaboração própria.

Como pode ser observado, nos dias em que a casa de farinha é utilizada tem-se uma demanda de 2,8 kW (valor aproximado para fins de cálculo) num período de 5h, contudo, o protótipo, como dito anteriormente, só disponibiliza 2,5 kW. Durante este período será necessária a disponibilização de energia elétrica extra, que será fornecida a partir do banco de baterias. A energia que deverá ser disponibilizada para o funcionamento da casa de farinha (E.CF) é calculada pela Equação 5.1:

$$E.CF. = (2,8 - 2,5) \text{ kW} \times 5 \text{ h} = 1,5 \text{ kWh} \quad (\text{Equação 5.1})$$

5.3 Curva de Demanda com a Casa de Engenho

No caso da casa de engenho, também foi gerada uma curva de demanda diária, mostrada na Figura 5.4, e que se difere da casa de farinha apenas nos seguintes horários:

- Das 07h às 08h, potência de 1,66 kW (referente à geladeira e equipamentos da casa de engenho).
- Das 09h às 11h, potência de 1,60 kW, em função do desligamento das lâmpadas.

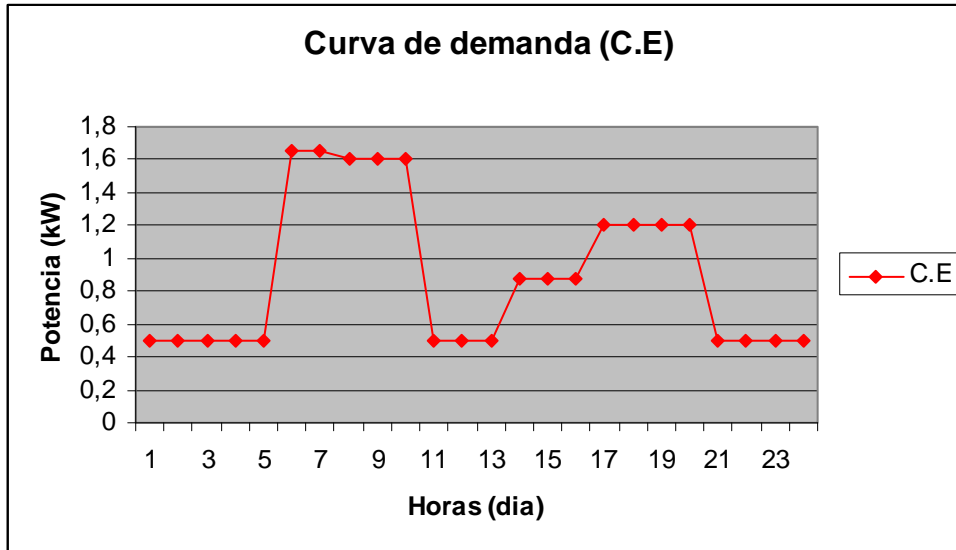


Figura 5.4 Curva de demanda para a casa de engenho

Fonte: elaboração própria.

Como pode ser observado, para o período de utilização da casa de engenho, a potência demandada será menor que a potência disponibilizada pelo sistema de geração de energia. Desta forma, neste período não será necessária a utilização do banco de baterias do sistema.

Para facilitar a comparação entre as duas curvas de demanda foi gerado o gráfico da Figura 5.5, na qual fica evidente a maior demanda de potência da casa de farinha em função dos equipamentos necessários para o beneficiamento da mandioca. Nesse caso, foi realizado o dimensionamento do banco de baterias necessário para atender a demanda complementar da casa de farinha, como mostrado a seguir.

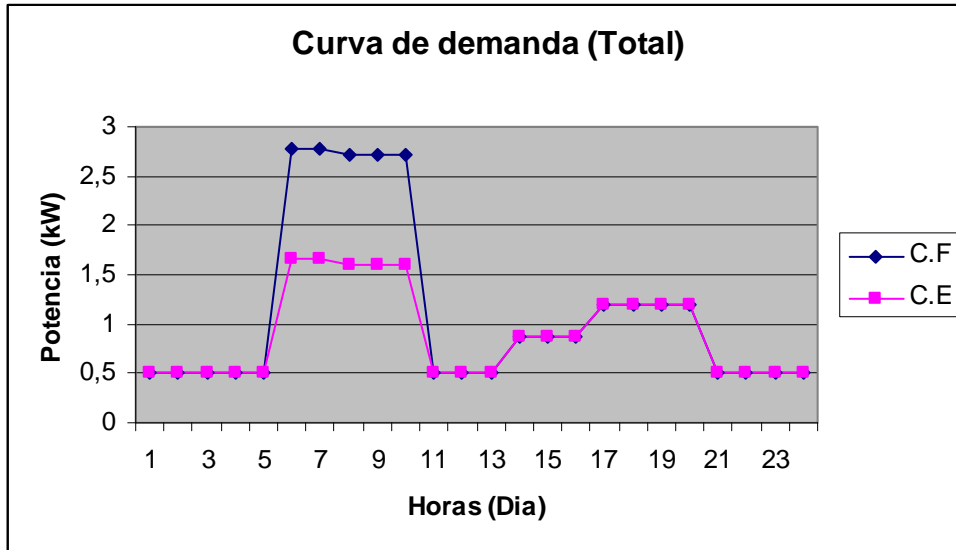


Figura 5.5 Curvas de demanda da casa de farinha e casa de engenho

Fonte: Elaboração própria.

5.4 Dimensionamento do Banco de Baterias

Além de ser necessário para o funcionamento da célula a combustível e do reformador de etanol, principalmente no início de operação (*start-up*) e nos religamentos, pôde-se observar através da análise das curvas de demanda da comunidade que o banco de baterias também será necessário para fornecer a potência requerida no período de utilização da casa de farinha. Porém, outro fato que também deve ser levado em consideração é que, por se tratar de um protótipo, o reformador de etanol necessitará de manutenção mais constante e que, durante esta manutenção, será necessária a continuação do fornecimento de energia elétrica. Como o reformador de etanol ainda não foi testado no LH2 por um período ininterrupto de 22 dias, faz-se necessária a suposição de um programa de manutenção, que é apresentado a seguir:

- A manutenção necessária será realizada no 23º dia de utilização do sistema, dia seguinte à utilização da casa de engenho, no turno da manhã.
- No dia da manutenção não será utilizada nem a casa de farinha, nem a casa de engenho.
- Deverá ser mantido o funcionamento da geladeira durante o período de manutenção.

- A manutenção e o *start-up* do reformador de etanol serão realizados em 3h.
- Deve-se levar em consideração a energia elétrica necessária para realizar o *start-up* do reformador de etanol.

De acordo com as hipóteses apresentadas, determinou-se a quantidade de energia necessária para o período de manutenção. A energia necessária para manter a geladeira funcionando no período de 3h é dada pela Equação (5.2):

$$E.G = f \times P.G \times T.M \quad (\text{Equação 5.2})$$

Onde:

- E.G é a energia necessária para funcionamento da geladeira durante a manutenção (kWh);
- f é o fator de utilização da geladeria (adimensional e inerente ao ciclo de funcionamento da geladeira, operando 15 min ligada e 15 min desligada conforme CAMARGO (2000));
- P.G é a potência da geladeira (kW);
- T.M é o tempo de manutenção (h).

Assim:

$$E.G = 0,5 \times 0,5 \times 3 = 0,75 \text{ kWh}$$

De acordo com os testes realizados pelo LH2, a energia necessária para o *start-up* do reformador de etanol (E.St) é de:

$$E.St = 1,75 \text{ kWh}$$

Somando a energia para a geladeira durante a manutenção e a energia necessária para o *start-up* obtém-se a energia total necessária para a o período de manutenção (E.M) pela Equação 5.3:

$$E.M = E.G + E.St = 0,75 + 1,75 = 2,5 \text{ kWh} \quad (5.3)$$

Como esta é maior que a energia adicional que deverá ser disponibilizada para o funcionamento da casa de farinha (E.CF = 1,5 kWh), o dimensionamento da quantidade de baterias necessária foi baseado em E.M através da Equação 5.4:

$$Q.Bat = E.M \times (0,7 \times I \times U \times 0,001)^{-1} \quad (\text{Equação 5.4})$$

Onde:

- Q.Bat é a quantidade de baterias necessária;
- 0,7 é o fator de utilização da carga da bateria (adimensional, leva em consideração que pode-se utilizar apenas 70% da carga da bateria para que a mesma não se danifique);
- I é carga da bateria (A.h);
- U é a tensão da bateria (V).
- 0,001 é o fator para transformar a potência útil da bateria em kWh, já que a unidade de I x U é Wh.

A menor carga de bateria automotiva comercial utilizada é de 45 Ah. Como o banco de baterias do sistema possui 10 baterias ligadas em série para o fornecimento da tensão de entrada no conversor de energia, o cálculo inicial da quantidade de baterias realizado levou em consideração que a carga da bateria é de 45 Ah. Assim, são necessárias 7 baterias, como pode ser visto abaixo:

$$Q.Bat = 2,5 \times (0,0007 \times 45 \times 12) = 6,6$$

Desta forma, as 10 baterias que o sistema já possui são suficientes para garantir o fornecimento de energia para a comunidade durante o período de manutenção. Para efeitos quantitativos foram estimadas as quantidades de baterias para diferentes cargas existentes no mercado. A Tabela 5.7 apresenta esses resultados.

Tabela 5-7 Cálculo da quantidade de baterias necessárias para diferentes tipos de carga

Baterias	I (A.h)	Tensão (V)	Energia Útil (kWh) (0,0007xIxU)	Q.Bat	Para 10 baterias (kWh)
Caso 1	45	12	0,38	7	3,78
Caso 2	60	12	0,50	5	5,04
Caso 3	100	12	0,84	3	8,4

Fonte: Elaboração própria.

Capítulo 6

Análise econômica do custo da energia elétrica em “Pico do Amor”/MT

Neste capítulo foi estimado o custo da geração energia elétrica com o reformador de etanol e a célula a combustível e analisado o impacto desta energia na receita por família com a comercialização da farinha de mandioca e a rapadura. Ao final, realizou-se um estudo da análise de sensibilidade do impacto da energia elétrica na renda familiar pela variação dos preços de mercado dos produtos agrícolas e do etanol e fez-se uma análise comparativa do custo da energia elétrica com o custo proveniente de um sistema fotovoltaico.

6.1 Estimativa do Consumo de Etanol

Para estimar o consumo anual de etanol na comunidade foram utilizados os dados da tese de doutorado de Lopes (2009), no qual avaliou-se um protótipo semelhante ao que é apresentado nesta dissertação. Esses dados estão sintetizados na Tabela 6.1, a qual apresenta também outros parâmetros relevantes para os cálculos apresentados neste capítulo.

Tabela 6-1 - Resumo dos parâmetros utilizados

Parâmetros	Valores
Consumo de etanol/hidrogênio produzido (l ETOH/m ³ H ²)	1,03 *
Consumo de hidrogênio/energia elétrica produzida (m ³ H ₂ /kWh)	0,79 *
Consumo mensal de energia elétrica em “Pico do Amor” (kWh)	454,65 ¹⁷
Consumo anual de energia elétrica em “Pico do Amor” (kWh)	5.455,80
Número de famílias	8
Valor médio do etanol anidro combustível (R\$/l ETOH)	0,798*

* Baseado em Lopes (2009).

Fonte: Elaboração própria.

Assim, é possível estimar que o consumo de etanol é de, aproximadamente, 0,82 l/kWh. Baseado no consumo anual de energia elétrica da comunidade é possível estimar o consumo anual de etanol (ETOH_a) pela Equação 6.1.

$$\text{ETOH}_a = 0,82 \text{ l ETOH/kWh} \times 5.455,80 \text{ kWh/ano} = 4.473,76 \text{ L ETOH/ano} \quad (\text{Equação 6.1})$$

Considerando que o valor médio do etanol anidro combustível, sem frete e sem impostos, entre julho de 2007 e novembro de 2008 foi de R\$ 0,798/l (CEPEA apud Lopes, 2009), pode-se estimar que o custo anual com etanol (C_aETOH) para geração de energia elétrica é de cerca de R\$ 3570,00, conforme a Equação 6.2.

$$C_a\text{ETOH} = \text{R\$ } 0,798/\text{l} \times 4.473,76 \text{ l} \Rightarrow \text{R\$ } 3.570,06/\text{ano} \quad (\text{Equação 6.2})$$

É importante ressaltar que o custo do etanol refere-se apenas à uma parcela do custo do hidrogênio produzido no reformador de etanol. Em seu estudo, Lopes (2009) leva em consideração outros custos, além do custo do etanol, como o custo do reformador, eletricidade, operação e manutenção, troca de catalisador LTS¹⁸, troca de catalisador ATR¹⁹ e purificação de água. Assim, segundo Lopes (2009) o custo do etanol e da operação e manutenção representam 46,1% do custo do hidrogênio produzido.

¹⁷ De acordo com Canavarros (2009), considerando que os equipamentos do engenho de cana-de-açúcar podem operar cerca de 5 horas diárias, o consumo mensal seria de 478,85 kWh e o consumo anual de 5.746,20 kWh.

¹⁸ Low temperature shift (*Shift* de baixa temperatura)

¹⁹ Autotermic reactor (reator auto térmico)

Enquanto no processo de reforma o custo do reformador é preponderante ao custo do etanol, na produção de energia elétrica, o custo do hidrogênio é que se constitui na principal parcela do custo da energia elétrica. A Figura 6.1 ilustra os percentuais de todos os custos da energia elétrica gerada, que, segundo Lopes (2009), envolve também o custo do investimento inicial (com a célula a combustível e com o inversor) e o custo do banco de baterias.

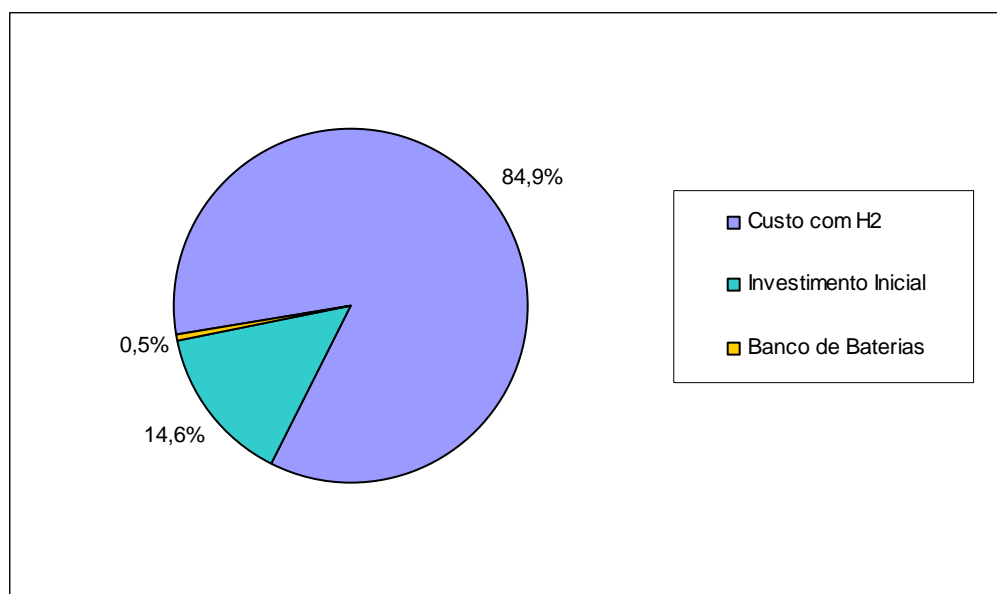


Figura 6.1 Composição do custo da energia elétrica gerada pela célula a combustível

Fonte: Lopes, 2009.

6.2 Estimativa do Custo da Energia Elétrica em “Pico do Amor”

Como o sistema instalado foi financiado pela ELETRONORTE, ou seja, a comunidade “Pico do Amor” não arcou com nenhum custo de investimento, será considerado nessa dissertação que os custos efetivamente relevantes para o fornecimento de energia elétrica e que impactarão diretamente a comunidade são os custos com o etanol e com a operação e manutenção do reformador, que inclui os custos com eletricidade, troca de catalisador LTS, troca de catalisador ATR, purificação e o próprio custo de operação e manutenção. Assim, conforme mencionado anteriormente, os percentuais desses custos, excluindo o custo do reformador, totalizam 46,1% e é esse o fator que será

usado na estimativa do custo do hidrogênio no caso específico de “Pico do Amor”. Já com relação ao custo da energia elétrica, será considerado apenas o custo do hidrogênio, que equivale a 84,9%.

Dessa forma, a tese desenvolvida por Lopes (2009) identificou a composição do custo da energia elétrica gerada no sistema de reforma de etanol/célula a combustível conforme mostrado na Tabela 6.2.

Tabela 6-2 - Composição do custo da Energia Elétrica

Parcelas	Valor em R\$/kWh
Custo da E.E.	2,30
Custo com H2	1,95
Célula a Combustível	0,29
Inversor	0,03
Banco de baterias	0,02

Fonte: Lopes, 2009.

Como comentado, para o cálculo do custo da eletricidade gerada no caso específico da comunidade “Pico do Amor” se faz necessário adaptar os valores da tabela acima. Sendo assim, usando os percentuais encontrados por Lopes (2009) na Equação 6.3, pode se estimar o custo da energia elétrica.

$$CE.E.P.A_{R.ETOH} = C.H2 \times CT_{S.r.} \times CEE \Rightarrow CE.E.P.A_{R.ETOH} = 0,849 \times 0,461 \times 2,30 \quad (\text{Equação 6.3})$$

$$CE.E.P.A = R\$ 0,90 /kWh$$

Onde,

- $CE.E.P.A_{R.ETOH}$ = Custo com energia elétrica na comunidade “Pico do Amor” com o reformador de etanol e célula a combustível;
- $C.H2$ = percentual do custo do hidrogênio no custo da energia elétrica;
- $CT_{R.ETOH}$ = percentual do custo do etanol e de operação e manutenção do reformador no custo do hidrogênio;
- CEE = Custo da energia elétrica.

6.3 Impacto do custo da energia elétrica na renda da comunidade

Para saber o quão oneroso será a energia elétrica para o atendimento de instalações comunitárias em “Pico do Amor”, incluindo a demanda das casas de farinha e de engenho, estimou-se o valor mensal que cada família deverá pagar pelo serviço de energia elétrica através da Equação 6.4.

$$C.E.E_{R.ETOH} = T.E * C.E.E.PA / NF \Rightarrow C.E.E = R\$ 51,15 \quad (\text{Equação 6.4})$$

Onde:

- $C.E.E_{R.ETOH}$ = Custo mensal com energia elétrica por família com o reformador de etanol e célula a combustível;
- $T.E$ = Consumo total de energia elétrica no mês;
- $C.E.E.PA$ = Custo com energia elétrica;
- NF = Número de famílias.

A Tabela 6.3 mostra o custo mensal e anual da energia elétrica por família.

Tabela 6-3 - Custo com energia elétrica por família

Custos	R\$
Custo anual da energia elétrica por família	613,78
Custo mensal da energia elétrica por família	51,15 ²⁰

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados da análise do impacto da geração da energia elétrica na receita bruta de cada família se faz necessário para se ter a dimensão de quão pode ser ou não vantajoso gerar energia elétrica com essa tecnologia. Ou seja, o resultado positivo do pagamento da energia elétrica a partir

²⁰ De acordo com Canavarros (2009), considerando que os equipamentos do engenho de cana-de-açúcar podem operar cerca de 5 horas diárias, o custo mensal da energia elétrica por família seria de R\$53,87.

da receita líquida com a venda de farinha de mandioca e rapadura mostrará que a comunidade conseguirá efetivamente pagar pela eletricidade gerada a partir do sistema instalado, que vai de encontro com o que também se defende nesta dissertação.

Assim, a Tabela 6.4 apresenta a receita líquida a partir dos preços cobrados pela farinha de mandioca e rapadura diretamente ao mercado de Cuiabá, ou seja, excluindo-se os chamados atravessadores, e do custo da energia elétrica.

Tabela 6-4 - Receita líquida mensal por família

Custo de Energia Elétrica por Família	(R\$)
Receita bruta anual com atividade econômica (farinha+rapadura)	29.952,00
Custo total anual com energia elétrica	4.910,22
Receita líquida anual	25.041,78
Receita líquida mensal	2.086,82
Receita líquida mensal por família	260,85

Fonte: Elaboração própria.

Como pode se observar, a comunidade conseguirá pagar os custos de energia elétrica e ainda terá uma receita líquida mensal por família de cerca de R\$ 260, que é um valor bastante significativo para uma população tão carente de recursos. Além disso, pode-se concluir que o custo com energia elétrica representa 16,4% da receita bruta de cada família, conforme pode-se observar na Tabela 6.5.

Tabela 6-5 Impacto do custo de energia na receita das famílias²¹

Impacto do custo de energia na receita das famílias	R\$ Valores
Receita bruta anual por família	R\$ 3.744,00
Custo anual com E.E	R\$ 4.910,22
Custo anual por família com E.E	R\$ 613,78
Receita líquida anual por família	R\$ 3.130,22
Impacto percentual da E.E. na receita bruta anual das famílias	16,4%

Fonte: Elaboração própria.

²¹ Segundo Canavarros (2009), considerando o valor de venda da farinha de mandioca (R\$1,40/kg) e que os equipamentos do engenho de cana-de-açúcar podem operar cerca de 5 horas diárias, o impacto percentual da energia elétrica seria de 8% aproximadamente.

No entanto, como se sabe, o mercado agrícola, não diferente dos outros, varia ao longo do ano e essas variações vão influenciar diretamente no custo da energia elétrica e na receita bruta. Então, se faz necessário analisar como essas variações, tanto do preço do etanol quanto da farinha de mandioca e da rapadura, irão influenciar na renda familiar da comunidade. Assim, lembrando que o preço do álcool anidro usado anteriormente é de R\$ 0,798/l e que os preços da farinha de mandioca e da rapadura são, respectivamente R\$ 0,60 /kg e R\$ 1,80/kg, foi realizada a análise de sensibilidade da variação desses preços em 20% para mais ou para menos na receita bruta da comunidade.

Os resultados obtidos podem ser visualizados nas Figuras 6.2, 6.3 e 6.4. Na Figura 6.2 apresenta-se a influência da variação dos preços da farinha e da rapadura na receita anual bruta. Como era de se esperar, as maiores influências na receita são observadas na variação do preço da rapadura, já que ele é três vezes superior ao da farinha. A partir desse gráfico pode-se realizar o planejamento da produção da farinha e da rapadura para que se obtenha a maior receita diante da variação dos seus preços no mercado em Cuiabá.

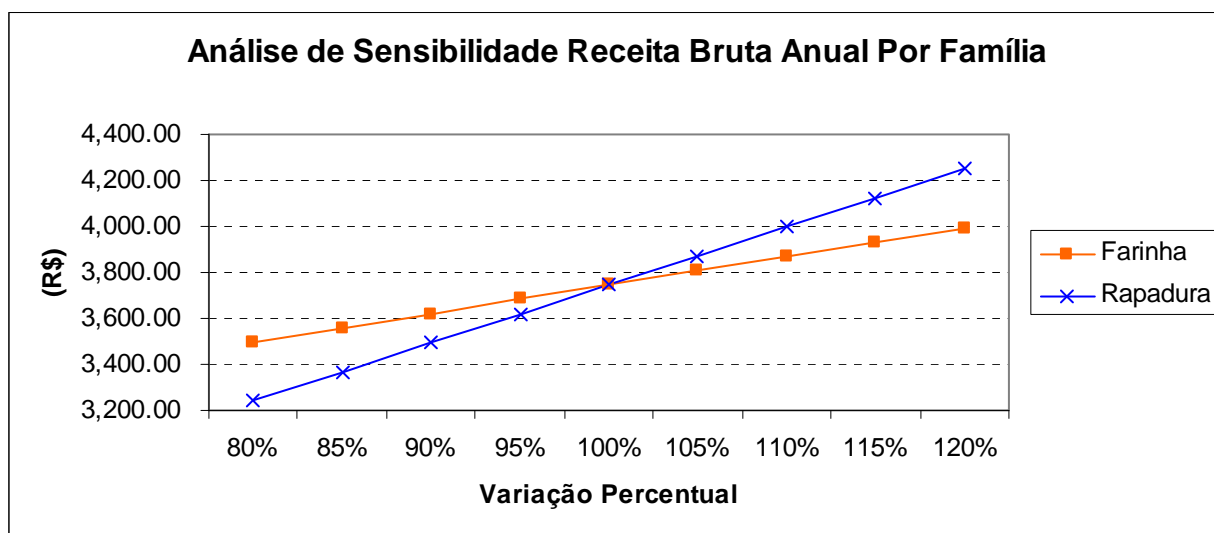


Figura 6.2 Análise de sensibilidade da receita bruta por família e a variação de preço de mercado

Fonte: Elaboração própria.

Com a variação da receita bruta anual, o impacto da energia elétrica acaba também sendo variado. Assim, considerando que o preço do etanol mantém-se fixo, quanto maior a receita, menor

será o impacto da energia elétrica na receita bruta. Assim, a Figura 6.3 mostra esse impacto em termos percentuais.

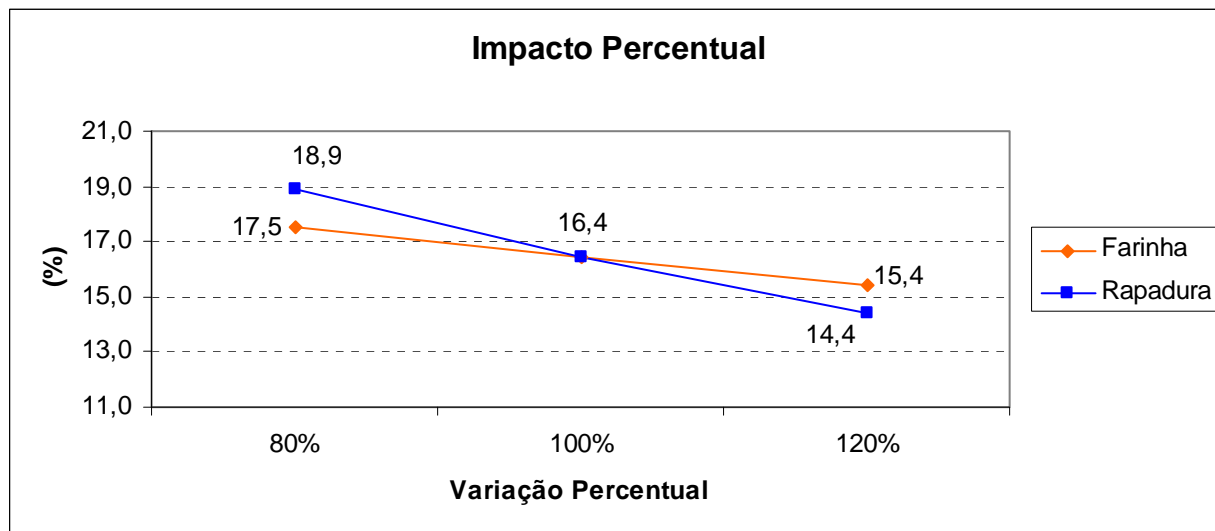


Figura 6.3 Análise de sensibilidade do impacto do custo de energia elétrica na receita bruta por família

Fonte: Elaboração própria.

Considerando agora a variação do preço do etanol, que é uma parcela do custo do hidrogênio o qual, por sua vez, é uma parcela do custo da energia elétrica, torna-se necessário saber qual é efetivamente o custo do etanol na geração de energia elétrica. A estimativa desse valor pode ser obtida pela Equação 6.5.

$$CE.E.P.A. = C.H2 \times CTs.r. \times CEE_1 \Rightarrow CE.E.P.A. = 0,849 \times 0,328 \times 2,30 \Rightarrow CE.E.P.A = R\$0,64 /kWh \quad (\text{Equação 6.5})$$

Onde,

- CE.E.P.A = Custo do etanol/kWh de energia elétrica da comunidade “Pico do Amor”;
- C.H2 = percentual do custo do hidrogênio no custo da energia elétrica;
- CTs.r = percentual do custo do etanol no custo do hidrogênio;
- CEE₁ = Custo da energia elétrica (R\$/kWh).

A partir desse valor foi realizada a análise de sensibilidade considerando também uma variação de 20% para mais e para menos. Os resultados dessa análise podem ser vistos na Figura 6.4, que apresenta o impacto percentual da energia elétrica, influenciado pela variação de preço do etanol, na receita bruta anual da duas atividades. Os valores percentuais indicam que, um aumento de 20% no preço do etanol impactará em 18,7% a receita da comunidade, ao passo que uma redução de 20% impactará em 14,10%.

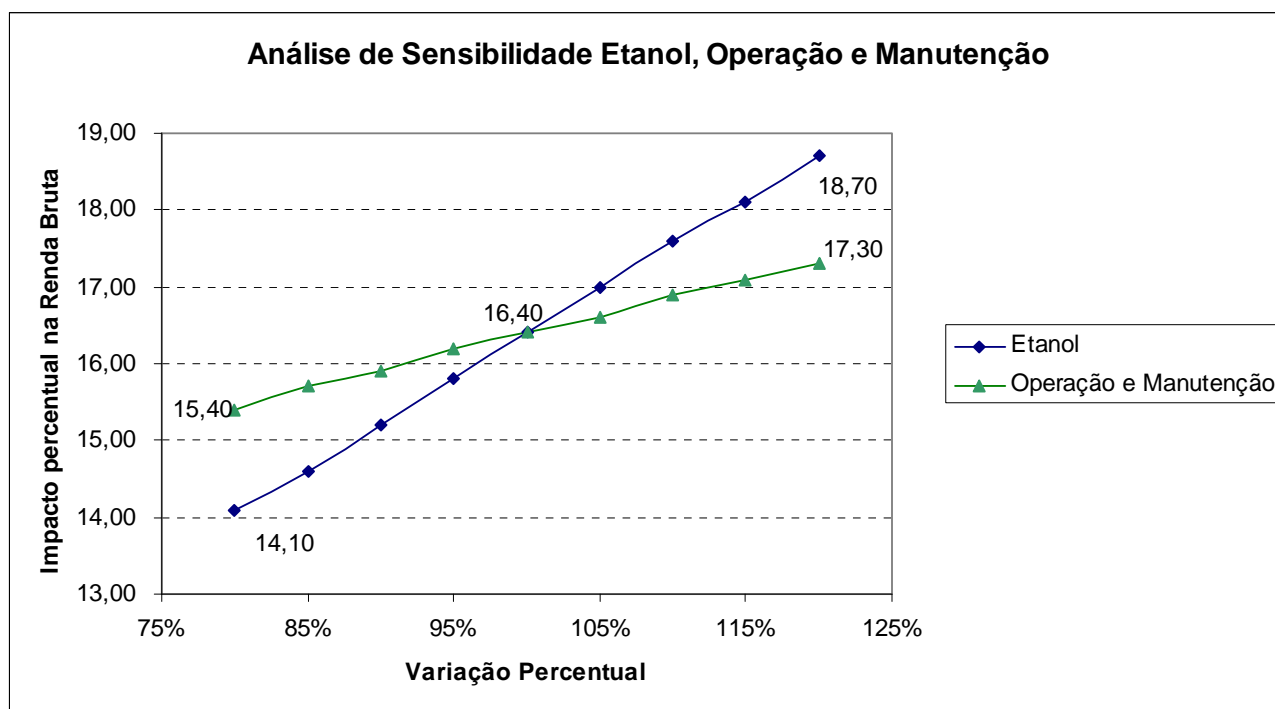


Figura 6.4 Análise de sensibilidade do custo com energia elétrica por família e a variação do custo com etanol e com o custo da operação e manutenção

Fonte: Elaboração Própria.

6.4 Análise de sensibilidade do sistema de Fotovoltaico Armazenado em banco de bateria chumbo-ácido

Como o atendimento de comunidades isoladas também vêm sendo realizado de forma alternativa com sistemas fotovoltaicos, ou seja, usando uma outra fonte renovável alternativa, realizou-se uma análise comparativa do custo da energia elétrica do reformador de etanol e célula a combustível, com o custo proveniente do painel fotovoltaico e armazenamento em baterias de

chumbo - ácido²². Para isso baseou-se nos dados da dissertação de mestrado de FURLAN (2008), o qual fez uma avaliação do custo com equipamentos e do preço da energia elétrica desse sistema. Contudo, foram realizadas adaptações dos valores de FURLAN (2008) para que a comparação entre os dois sistemas fosse realizada de maneira a refletir a realidade local, ou seja, considerando também outros fatores o ciclo de operação das casas de farinha e de engenho de 22 dias e a mesma energia elétrica demandada.

Sendo assim, pode ser observado na Figura 6.5, os valores percentuais dos custos de geração de energia elétrica com painel fotovoltaico.

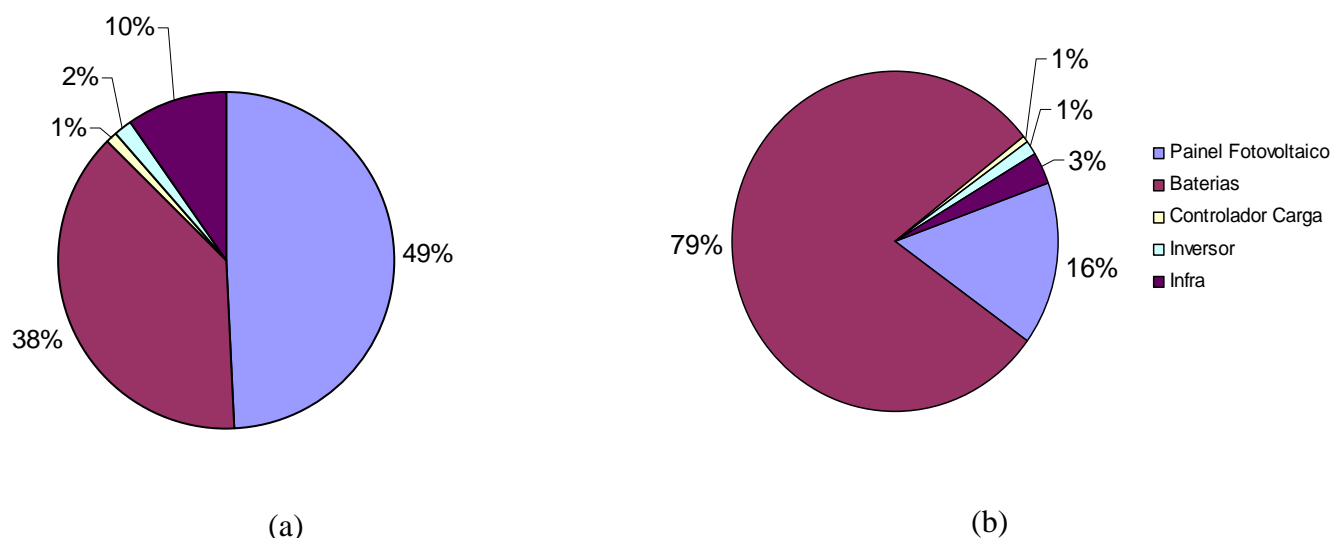


Figura 6.5 Contribuição percentual de cada equipamento no investimento inicial (a) e no custo total (b), de acordo com o fluxo de caixa, do sistema fotovoltaico com armazenamento em baterias

Fonte: Furlan (2008)

Vale ressaltar que, assim como o sistema anterior, o investimento inicial para implantação dos painéis não foi custeada pela comunidade, sendo apenas avaliado como custo de manutenção a troca que segundo Furlan (2008), é o mais oneroso do sistema se for excluído o investimento inicial dos painéis fotovoltaicos do banco de baterias em um único momento.

²² Não foi avaliado o potencial energético da região no que tange a tecnologia, ou seja, número de horas em que incide a luz solar e outros fatores, como a angulação em relação à latitude etc.

Ainda segundo Furlan (2008) o custo da energia elétrica é de R\$ 4,19/kWh e 79% deste valor equivale ao custo com troca de baterias. Assim, foi utilizada a Equação 6.6 para estimar o custo da energia elétrica.

$$CE.E.P.A._{\text{fotovoltaico}} = CT_{s.r.} \times C.Bat \times CEE_2 \Rightarrow CE.E.P.A._{\text{fotovoltaico}} = 0,41 \times 0,79 \times 4,19 \Rightarrow CE.E.P.A._{\text{fotovoltaico}} = 1,36 \text{ R\$/kWh} \quad (\text{Equação 6.6})$$

Onde,

- $CE.E.P.A._{\text{fotovoltaico}}$ = Custo com energia elétrica do sistema fotovoltaico na comunidade “Pico do Amor”;
- $C.Bat$ = percentual do custo da troca de bateria no custo da energia elétrica;
- $CT_{\text{fotovoltaico}}$ = percentual do custo com bateria, controlador de carga e inversor;
- CEE_2 = Custo da energia elétrica.

6.4.1 Impacto do custo da energia elétrica na renda da comunidade

Assim, como no item 6.3, foi calculado o custo mensal da energia elétrica por família incluindo a demanda das casas de farinha e de engenho, através da Equação 6.7.

$$C.E.E_2 = T.E * CEEPA_{\text{fotovoltaico}} / NF \Rightarrow C.E.E_2 = \text{R\$ } 77,29 \quad (\text{Equação 6.7})$$

Onde:

- $C.E.E_2$ = Custo mensal com energia elétrica por família;
- $T.E$ = Total de energia elétrica consumida no mês;
- $C.E.E.P.A._{\text{fotovoltaico}}$ = Custo com energia elétrica;
- NF = Número de famílias.

A Tabela 6.6 mostra o custo mensal e anual da energia elétrica por família.

Tabela 6-6 - Custo com energia elétrica por família

Custos	R\$
Custo anual da energia elétrica por família	927,49
Custo mensal da energia elétrica por família	77,29

Fonte: Elaboração própria.

Como pode-se observar, o custo da energia elétrica proveniente dos painéis fotovoltaicos tornou-se mais oneroso à comunidade quando comparado com a energia proveniente do reformador/célula a combustível. Contudo, a Tabela 6.7 mostra que, mesmo assim, a comunidade seria capaz de pagá-la e de obter uma renda mensal.

Tabela 6-7 - Receita líquida mensal por família

Custo de Energia Elétrica por Família	(R\$)
Receita bruta anual com atividade econômica (farinha+rapadura)	29.952,00
Custo total anual com energia elétrica	7.419,89
Receita líquida anual	22.532,11
Receita líquida mensal	1.877,68
Receita líquida mensal por família	234,71

Fonte: Elaboração própria

Além disso, pode-se concluir que o custo da energia elétrica impactaria em cada família em 20% conforme pode observar na Tabela 6.8.

Tabela 6-8 - Impacto do custo de energia na receita das famílias²³

Impacto do custo de energia na receita das famílias	R\$ Valores
Receita bruta anual por família	3.744,00
Custo anual por família com E.E	927,49
Receita líquida anual por família	2.816,51
Impacto percentual da E.E. na receita bruta anual das famílias	24,8%

Fonte: Elaboração própria.

²³ Segundo Canavarros (2009), considerando o valor de venda da farinha de mandioca (R\$1,40/kg) e que os equipamentos do engenho de cana-de-açúcar podem operar cerca de 5 horas diárias, o impacto percentual da energia elétrica seria de 12% aproximadamente.

Capítulo 7

Conclusões

Diante da importância do setor energético na economia de todo país, ou seja, da necessidade em atender a demanda de energia para garantir o crescimento econômico e dos impactos ambientais decorrentes da produção e do uso da energia, ficou claro que toda atividade econômica, seja ela suprida pela energia proveniente de fontes renováveis ou não renováveis, sempre acarretará em impactos ambientais complexos.

Assim, o grande desafio que se impõe é promover o crescimento econômico com o mínimo de impacto ambiental, objetivo esse que tem despertado um novo interesse pelo uso de fontes renováveis alternativas de energia. Essa também é a premissa que se sugere para o atendimento de comunidades isoladas, porém de forma mais estruturada. Todos os programas até agora lançados no Brasil para promover a eletrificação de comunidades isoladas priorizou o fornecimento residencial de energia elétrica.

Um grande exemplo é o Programa Luz para Todos, do Governo Federal, que apesar de sugerir a importância de se vincular energia elétrica ao desenvolvimento socioeconômico, de fato só tem se destinado a atender as demandas residenciais. Ou seja, na teoria, o Governo Federal espera que o Programa “contribua” para o desenvolvimento socioeconômico das áreas beneficiadas, acreditando que apenas o acesso à energia elétrica possa promover a diminuição da pobreza e o aumento da renda das pessoas atendidas. Entretanto, a realidade mostra que essa premissa está equivocada e os

resultados mostram o quanto isso tem onerado sobremaneira a renda de grande parte das comunidades isoladas atendidas pelo Programa, renda familiar essa que, inclusive, é muito baixa.

O mais agravante, o Programa, que tem como previsão atender a todas as comunidades isoladas do Brasil, não apresenta nenhuma ligação com um efetivo início de um processo de desenvolvimento, o que indica uma continuidade do quadro atual.

Por isso, esta dissertação corrobora com outros estudos que priorizam a energia elétrica para um uso específico: o atendimento da demanda de atividades produtivas desenvolvidas na comunidade. A execução dessas atividades irá promover um aumento da renda familiar e, ao final, a possibilidade de cada família pagar pelo real custo da energia elétrica fornecida, a qual, inclusive, não é barata, pois a grande distância dessas comunidades das cidades exige que alternativas relativamente mais caras de suprimento sejam adotadas.

Dentro desse contexto, procurou-se nesta dissertação encontrar meios de vincular energia e desenvolvimento socioambiental através do planejamento de atividades agrícolas que pudessem levar à comunidade “Pico do Amor” não só eletricidade, como também, aumento de sua renda. Vale comentar que os resultados encontrados nesta dissertação são aproximações da realidade e que só foram possíveis através da execução do projeto de P&D “Geração de Energia Elétrica a partir da Reforma de Etanol e Célula a Combustível no Sistema Isolado de Mato Grosso”, no qual o presente autor se baseou para desenvolver este trabalho.

Sendo assim, os resultados indicaram que a receita familiar em “Pico do Amor” deverá aumentar com a produção e a comercialização de farinha de mandioca e rapadura, que foram as duas atividades selecionadas pela própria comunidade para serem desenvolvidas com a energia elétrica gerada pelo sistema de reforma de etanol/célula a combustível instalado. A receita bruta mensal por família seria de aproximadamente R\$ 310,00.

Para atender toda a demanda elétrica diária das unidades comunitárias (casas de farinha e de engenho, centro comunitário e bombeamento d’água) e da iluminação pública, a qual se objetivou no projeto de P&D, foi necessário recorrer ao banco de baterias do sistema de geração, conclusão essa

que só foi possível de ser atingida com a representação da curva de carga diária da comunidade desenvolvida nessa dissertação. Vale lembrar que o uso do banco de baterias se deveu ao fato de a potência efetivamente disponível do sistema de geração instalado, que representa apenas cerca da metade da potência disponibilizada pela célula a combustível, uma vez que o sistema também demanda certa quantidade de energia.

A partir de estudos já desenvolvidos em sistemas de reforma de etanol/célula a combustível, foi possível estimar o custo da energia elétrica gerada em “Pico do Amor” em R\$ 0,90/kWh, valor esse que leva em conta apenas o custo do etanol e os custos de operação e manutenção do sistema. A partir desse custo e da demanda de energia elétrica foi possível verificar que o custo mensal da energia elétrica por família representou 16,4 % da receita mensal bruta obtida com a comercialização de farinha de mandioca e rapadura em Cuiabá/MT. Isso mostra que a comunidade “Pico do Amor” não só é capaz de pagar pela eletricidade gerada como também poderá aumentar a sua renda familiar, se constituindo num excelente exemplo do enfoque que deve ser dado ao planejamento energético de comunidades isoladas e se contrapondo ao efetivamente realizado no Programa Luz para Todos.

Considerando que o impacto do custo da energia elétrica gerada é influenciado diretamente por dois fatores importantes, a saber: os preços de comercialização da farinha de mandioca e da rapadura e o preço do etanol, foi realizada uma análise de sensibilidade de cada um desses fatores. A variação de 20% (para mais e para menos) dos preços da farinha e da rapadura indicaram que, como era de se esperar, as maiores influências na receita são observadas na variação do preço da rapadura, já que ele é três vezes superior ao da farinha. Além disso, a análise deverá auxiliar a comunidade na escolha da atividade que for mais rentável diante da variação sazonal dos preços, permitindo um adequado planejamento das atividades para obter maior renda. Já a análise de sensibilidade da variação do preço do etanol indicou que um aumento em 20% impactará em 19% a receita da comunidade, ao passo que uma redução de 20% impactará em 14%.

Diante do uso de sistemas fotovoltaicos para o atendimento de comunidades isoladas, cujo custo ainda é relativamente elevado, decidiu-se fazer uma análise comparativa desse com o custo da energia elétrica gerada pelo sistema de reforma/célula a combustível. Os resultados indicaram que, em se considerando apenas os custos de manutenção e operação em ambos os casos, o custo da

energia elétrica gerada no sistema com reforma é relativamente menor que o custo da energia gerada em sistemas fotovoltaicos (R\$ 1,36/kWh). Isso mostra a competitividade que a tecnologia de reforma/célula a combustível tem frente ao sistema fotovoltaico, se configurando em uma alternativa energética muito importante para o atendimento de comunidades isoladas. Outro resultado muito importante foi a capacidade da comunidade “Pico do Amor” também arcar com os custos mais elevados dos sistemas fotovoltaicos. Esse fato só foi possível em função da receita proveniente da venda de farinha de mandioca e rapadura, o que mais uma vez comprova a importância do desenvolvimento de atividades econômicas em comunidades isoladas.

Assim, esta dissertação mostrou o quão importante é relacionar claramente o processo de desenvolvimento e a implantação da energia elétrica em comunidades isoladas. Escolhendo atividades que tenham potencialidades de serem executadas com o insumo eletricidade é que será possível efetivamente melhorar a renda familiar e cobrar o real custo da energia elétrica dessas comunidades, desonerando, dessa forma, os demais consumidores brasileiros.

O estudo em comunidades isoladas está longe de ser finalizado. Assim, sugere-se para trabalhos futuros, o monitoramento e acompanhamento da implantação do projeto de pesquisa em suas próximas fases, avaliando seus êxitos e adequações; e o estudo do real custo da energia elétrica proveniente de motores a Diesel, tradicionalmente usados em comunidades isoladas, e a análise comparativa com o custo da energia proveniente do sistema de reforma/célula a combustível. Além disso, seria igualmente importante realizar uma análise dos custos de investimento de ambos os sistemas, de forma a estimar qual seria o custo total caso uma comunidade optasse claramente pelo uso da energia proveniente do sistema de reforma.

Sugere-se também para futuros trabalhos analisar a relação entre energia elétrica, subprodutos da agricultura e o aumento de renda, principalmente em pequenos núcleos rurais, relacionando energia com crescimento de renda e este na fixação do homem a terra.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, A.C. *et al.*, **Planejamento energético em regiões isoladas da amazônia utilizando sistemas de informações geográficas**, 2004. Disponível em:

<http://www.feagri.unicamp.br/energia/agre2004/Fscommand/PDF/Agrener/Trabalho%20140.pdf>.

Aceso: 20 de jan. 2009

ALTVATER, E. *Introdução: Porque o desenvolvimento é contrario ao meio ambiente. O preço da riqueza*. São Paulo: UNESP, 1995: 21-41

ALTAFIN, I. Reflexões sobre o conceito de agricultura familiar. UNB, 2007.

AMM - Associação Mato-grossense dos Municípios Cuiabá-MT, 2006. Disponível em <http://amm.org.br/modules.php?name=News&file=article&sid=3305>. Acesso em: 05 jul. 2007

BRUNDTLAND, Gro Harlem (org.). *Nosso futuro comum*. São Paulo: FGV, 1987. “Our Common Future”. Oxford: Oxford University Press, 1987.

BRÜSEKE, F. J., O problema do desenvolvimento sustentável. In: CAVALCANTI, C. **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. São Paulo: Cortez, 1996.

CAMARGO, J. C. **Medidas do Potencial Fotovoltaico na Região das Bacias dos Rios Piracicaba e Capivari**. 2000. 110p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CANAVARROS, O. B. **Uma Metodologia para a Análise da Consistência de Dados de Consumo Regional de Energia, Aplicada ao Planejamento Energético da Mesorregião 01 de Mato Grosso**. 1998. 179 p. Tese (Doutorado). Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CANAVARROS, O. B. Apontamentos de defesa de Mestrado 28/07/2009. Universidade Estadual de Campinas –UNICAMP, Campinas-SP.

CAVALEIRO, C.K.N; E. O. (2000) Os Sistemas Isolados e o Uso de Fontes Renováveis Alternativa de Energia no Contexto de Regulação do Setor Elétrico Nacional In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS CONCEDIDOS, 1, 2000, Salvador. Anais.. Salvador, 2000.

CAVALIERO, C. K. N. *et al.*, (2001) Sistemas Isolados: Política, planejamento e regulação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS CONCEDIDOS, 2, 2001, São Paulo/SP. Anais.. São Paulo: Associação Brasileira de Agências de Regulação, 2001. CD-ROM

CAVALIERO, C. K. N. (*coordenadora*) *et. al.*, Geração de Energia Elétrica a Partir de Etanol e Célula a Combustível no Sistema Isolado de Mato Grosso. **Relatório de Acompanhamento da Execução do Projeto, relatório final**. Campinas, 2008

CAVALEIRO, C. K. N. **Inserção de Mecanismos Regulatorios de Incentivo ao Uso de Fontes Renováveis Alternativas de Energia no Setor Elétrico Brasileiro e no Caso Específico da Região Amazonica**. 2003. 284p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Mecânica. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CAVALVANTE, A. S.; CARTAXO, E. F. A (In) **Sustentabilidade da Implementação do Programa Luz Para Todos do Estado do Amazonas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO, 6, 2008, Salvador. Anais.. Bahia: SBPC, 2008. v. 1, p. 1300-1314

DENARDI, R. A. *et al.* Fatores que afetam o desenvolvimento local em pequenos municípios do Estado do Paraná. Curitiba: Emater/PR, 2000. 60p.

FAO/INCRA. Novo retrato da agricultura familiar: o Brasil redescoberto. Brasília: 2000.

FERREIRA, E. J. A . **Propostas para o desenvolvimento socio-econômico e ambiental a partir do uso de energia elétrica na comunidade isolada Arixí/AM** . 2007. 114p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Mecânica. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

FURLAN, A. L. **Análise Comparativa de Sistemas de Armazenamento de Energia Elétrica Fotovoltaica por meio de Baterias e Hidrogênio em Localidades Isoladas da Região Amazônica** 2008. 118p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

GOLDENBERG, J. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo: USP, 1998

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agrário: Resultados Preliminares. 2006

LEROY, j. p. *et al* (1997) **Brasil Século XXI: Os Caminhos da Sustentabilidade Cinco Anos depois da Rio-92**. Rio Janeiro: FASE, 1997.

LOPES, D.G. *et al.* **Projeto Rondon e o Desenvolvimento do semi-árido nordestino. Relatório de Acompanhamento da Execução do Projeto, relatório final**. Fortaleza, 2006.

LOPES, D. G. **Análise Técnica e Econômica da Inserção da Tecnologia de Produção de Hidrogênio a Partir da Reforma de Etanol para Geração de Energia Elétrica com Células a Combustível**. 2009. 102p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MDA - Ministério do desenvolvimento Agrário (2007). **Programa Nacional De Fortalecimento Da Agricultura Familiar – Pronaf**

Disponível no site: <http://www.mda.gov.br/saf/index.php?scid=813>. Acesso dia 10/05/2008.

MMA- Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 brasileira : ações prioritárias / Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional**. 2. ed. Brasília : Ministério do Meio Ambiente, 2004.

MME - Ministério das Minas e Energia (2005). **Programa Luz Para Todos**. Disponível no site: http://www.mme.gov.br/programs_display.do?prg=8. Acesso dia 10/08/2008

NEGRÃO, João. **Igreja Nossa Senhora da Guia será restaurada**, 2006. Secretaria de Comunicação Social do Estado de Mato Grosso.- SECOM/MT. Disponível em: <http://www.secom.mt.gov.br/conteudo.php?sid=13&cid=23161&parent=>. Acesso em: 20 ago. 2007.

NEGRÃO, João. Igreja Nossa Senhora da Guia será restaurada, 2006. Secretaria de Comunicação Social do Estado de Mato Grosso.- SECOM/MT. Disponível em: <http://www.secom.mt.gov.br/conteudo.php?sid=13&cid=23161&parent=>. Acesso em: 20 ago. 2007.

PITOMBEIRA, J.B. Apontamentos aula. (25/04/2006). Universidade Federal do Ceará - UFC, Fortaleza-Ce.

PRÉVERT, Jacques. **Paroles**. Paris: Gallimard, 1951.

PORTUGAL, A. D. **O Desafio da Agricultura Familiar**. 2004. Disponível em: <http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2002/artigo.2004-12-07.2590963189/>. Acesso. 08 de Abr. 2009.

PEREIRA, M. G. *et. al* **Avaliação Como Instrumento De Planejamento: Estudo De Caso Em Eletrificação Rural**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGETICO, 6, 2008, Salvador. Anais.. Bahia: SBPC, 2008. v. 1, p. 1300-1314

SAKAI, R. H. **Pós produção da rapadura**. Agencia de Informação Embrapa Cana de Açúcar. 2009. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONT000fjighhp202wyiv80sq98yqyvvgmia8.html>. Acesso: 02 de maio de 2009.

SEBRAE – Serviço de Apoio as Micro e Pequenas Empresas (MS/SC). **Idéias de negócios da farinha de mandioca**. 2006. Disponível em: <http://intranet.ms.sebrae.com.br/oportunidades/pdf.php?pdf=1221834817>. Acesso: 15 de maio de 2009

SILVA, Ennio Peres Da; Camargo, João Carlos; Sordi, Alexandre; Santos, Ana Maria Resende. **Recursos energéticos, Meio Ambiente e Desenvolvimento, 2003.** Multiciência. Disponível em www.multiciencia.unicamp.br Acesso em: 20 de janeiro de 2008.

SILVA, Ennio Peres Da, **A** produção de hidrogênio a partir do etanol e seus desafios tecnológicos e econômicos. **Portal H2.** Disponível em <http://www.portalh2.com.br/prtlh2/entrevista.asp?id=12>. 2007. Acesso em: 20 de out. 2007.

TEXEIRA, A. F. *et. al.* **O Planejamento Energético em um Ambiente de Desenvolvimento para Comunidades Isoladas: Um Estudo de Caso a Partir da Comunidade de “Pico do Amor”/MT.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGETICO, 6, 2008, Salvador. Anais.. Bahia: SBPC, 2008. v. 1, p. 1300-1314.

TEXEIRA, A. F. **A Geração de Energia Elétrica em um Modelo de Desenvolvimento Endógeno para as Comunidades Isoladas do Interior do Estado do Amazonas.** 2006. 107p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Mecânica. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Anexo I

Questionário Aplicado pela Cavaleiro *et al.* (2008) na Comunidade “Pico do Amor” – Cuiabá/MT

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS/UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Entrevistador: _____ DATA ____/____/____

I – Identificação do Entrevistado:

Entrevistado: _____ Idade: _____ Sexo: M / F

Chefe da família SIM / NÃO

Tempo de moradia na comunidade: _____ na casa: _____

Lugar de origem Esposa: _____ Origem Pais: _____

Lugar de origem Marido: _____ Origem Pais: _____

II - Identificação do domicílio

a) Rua _____ Nº. _____

b) Características externas do domicílio () Alvenaria () Madeira () Barro () Outros

c) Número de cômodos: _____

d) Quartos _____

e) Salas _____

f) Cozinha _____

g) Instalações sanitárias: () banheiro (dentro da casa); () latrina (fora da casa)

h) Esgoto doméstico (cozinha; banheiro) _____

i) Nº Torneiras na casa _____

j) Nº Chuveiros _____

l) Qual o tipo de fogão utilizado na residência? () Lenha () Gás () Outro _____

III - Identificação dos moradores

a) Quantas pessoas moram na sua casa? _____

Sexo Feminino: Nome/Idade: _____

Sexo Masculino: Nome/Idade: _____

b) Quem é da sua família ?

c) Quem da casa possui: Certidão de nascimento _____ art. identidade _____ Tit. eleitor _____

d) Algum membro da família mora fora? () Sim () Não

Nome/Idade/Parentesco: _____

_____ Onde? _____ O que faz? _____

IV – Educação/cultura

a) Quantos da casa estão estudando? _____

b) Série/Idade _____

c) Cidade onde estudam _____ Transporte utilizado _____

d) O Sr (a) estudou? () Sim () Não. Até que série? _____ E sua esposa (o)? _____

e) Como o sr (a) fica sabendo das novidades da comunidade e região (informações)? _____

f) Costuma ir à cidade? () Sim () Não. Com que frequência? _____ Transporte _____ O que costuma fazer lá? _____

V - Lazer

a) O que o sr (a) costuma fazer nas horas em que não está trabalhando? _____

E sua esposa (o)? _____

E seus filhos? _____

b) O sr (a) e sua família participam de algum grupo/organização do bairro? _____

VI - Saúde

a) Quando foi ao médico pela última vez? _____

b) O quê costuma consultar: () Médico () Enfermeira () Assistente comunitária () Agente de Saúde () Posto Médico

c) O Sr (a) vai ao médico ou ele vem na sua casa? _____

d) Qualidade do atendimento médico () bom () ruim () médio () demorado

e) Óbitos na família? () Sim () Não. Quando? _____ Qual a causa e idade? _____

f) Principais doenças da família () Verminose () Malária () Gripe () Virose () outras _____

g) Qual foi a última vez que o senhor ficou

doente? _____ Isso o

impossibilitou de realizar alguma atividade? () Sim () Não.

Qual? _____

h) Qual foi a última vez que alguém da sua família ficou doente? _____

Isso o impossibilitou de realizar alguma atividade? () Sim () Não.

Qual? _____

i) Qual o tipo de medicamento mais utilizado:

() Químico (farmácia). Modo de obtenção: _____ () Caseiro (ervas). Modo de obtenção: _____

j) Quais as ervas mais utilizadas e suas funções? _____

VII - Saneamento básico

a) Qual o destino do lixo produzido na sua casa? _____

b) A água de sua casa é de poço? _____

c) Paga pela água? () Sim () Não. Quanto? _____

d) Tem água na casa o ano inteiro? () Sim () Não. Motivo apontado: _____

e) A água tem cheiro () Sim () Não. Cor? () Sim () Não. Motivo apontado: _____

f) Como classifica a água? () Boa. () Ruim.

g) Onde o Sr (a) toma banho? _____

h) Onde guarda a água para beber? () Cx d'água () Camburão () Bacia () Latão () outros _____

i) Trata água consumida? () Sim () Não. Como? _____

VIII - Energia

a) Qual a taxa de energia elétrica mensal? _____

b) O que usa para iluminar sua casa a noite? () Lamparina () Lanterna () Querosene () Gás () Lâmpadas/Quantas? _____

c) O Sr (a) usa pilha e/ou bateria? () Sim () Não. Em quê? _____ Onde joga depois de usada? _____

d) Já teve energia elétrica em algum lugar que tenha morado antes? () Sim () Não. Onde? _____

e) Possui algum equipamento doméstico que funcione com eletricidade (quantos e quais)? _____

f) Qual eletroeletrônico conhece e gostaria de possuir? _____

g) O que o Sr (a) pensa sobre ter energia elétrica? _____

h) Se o Sr (a) tivesse energia elétrica em que usaria (pessoal)? _____

i) O que acha de ter energia elétrica no ponto escolhido pelo projeto? _____

j) Outro pontocomunitário que colocaria energia elétrica (existente ou não): _____

IX – Trabalho/renda

a) Quantas pessoas da casa trabalham fora? _____ Idades:

b) Em quê trabalham?

c) Quantas trabalham em casa? _____ Idades:

d) Em que trabalham?

e) Quantos têm carteira assinada _____ Contrato de trabalho _____ Acordo com o patrão _____

Autônomos _____

f) Renda individual mensal:

g) O senhor (a) realiza algum trabalho na comunidade () Sim () Não. Qual?

h) Alguém da sua família realiza () Sim () Não. Qual?

i) Gostaria de realizar outra atividade na comunidade () Sim () Não. Qual?